

The background of the entire image is a deep space scene. It features a prominent, bright, yellowish-white spiral galaxy with a dense central core, oriented diagonally from the upper left towards the lower right. The galaxy's arms are filled with intricate patterns of stars and dust. The surrounding space is a dark, velvety black, densely populated with numerous small, distant stars of varying brightness. Some stars appear as sharp points of light, while others are slightly blurred, suggesting motion or distance. The overall composition is dynamic and awe-inspiring, typical of astronomical photography.

# meteor csillagászati évkönyv

2020

[www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)

# meteor

**2020 észlelőtábor (MTT)**

**Tarján, 2020. augusztus 13–16.**

**[www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)  
Magyar Csillagászati Egyesület**

Fotó: Sztankó Gerda, Tarján, 2012



# METEOR CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 2020





# **meteor csillagászati évkönyv 2020**

*Szerkesztette:*

Benkő József

Mizser Attila

Magyar Csillagászati Egyesület

[www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)

Budapest, 2019

*Az évkönyv kalendárium részének összeállításában közreműködött:*

Bagó Balázs  
Görgei Zoltán  
Kaposvári Zoltán  
Kovács József  
Molnár Péter  
Sánta Gábor  
Sárnecky Krisztián  
Szabadi Péter  
Szabó Sándor  
Szöllősi Attila  
Zsoldos Endre

A kalendárium csillagtérképei az Ursa Minor szoftverrel készültek.

**[www.ursaminor.hu](http://www.ursaminor.hu)**

*Szakmailag ellenőrizte:*

Szabados László



A kiadvány támogatói:

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

További támogatók:

mindazok, akik az SZJA 1%-ával támogatják a Magyar Csillagászati Egyesületet

Adószámunk: 19009162-2-43

*Felelős kiadó:* Mizser Attila

*Nyomdai előkészítés:* Molnár Péterné

*Nyomtatás, kötészet:* Gelbert Eco Print

Terjedelem: 20,5 ív fekete-fehér + 8 oldal színes melléklet

2019. november

**ISSN 0866-2851**

# Tartalom

Bevezető.....	7
---------------	---

Kalendárium.....	13
------------------	----

## Cikkek

Hegedüs Tibor: Égi kövek nyomában .....	175
Plachy Emese – Molnár László: Ég veled, Kepler!.....	197
Könyves-Tóth Réka, Vinkó József, Stermeczky Zsófia: Tranziens jelenségek az égbolton .....	230
Horváth István: A Shapley–Curtis-vita .....	239
Zsoldos Endre: 300 éve született Hell Miksa .....	255

## Beszámolók

Mizser Attila: A Magyar Csillagászati Egyesület 2018. évi tevékenysége .....	266
Szabó Róbert – Kiss Csaba: Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2018. évi tevékenysége .....	273
Petrovay Kristóf: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2018-ban .....	287
Szatmáry Károly – Hegedüs Tibor: Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2018-ban .....	296
Szabó M. Gyula: Az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium és MKK működése 2018-ban.....	307

## Megemlékezések

Barlai Katalin (1932–2019) .....	318
Lovas Miklós (1931–2019) .....	320
Szerzőink, közreműködőink.....	325
Színes képmelléklet .....	327

### **A címlapon**

Az M31, az Andromeda-köd. Balázs Rolland felvétele Kismarosról készült 2015. szeptemberében, 80/600-as ED refraktorról. Átalakított Canon 450D fényképezőgép, ISO 1600, 139x30 s expozíció. Illusztráció A Shapley–Curtis-vita című cikkünkhöz.

### **A hátsó borítón**

Az Orion csillagkép Zseli József felvételén. 85 mm-es Nikkor-objektív, átalakított Canon 6D fényképezőgép, ISO 1000, 20x133 s expozíció.



## Bevezető

Átalakuló világunk jelenségei nem kímélik évkönyvünket sem. A hazai könyvterjesztés viszonyai (óriási árresek, késedelmes fizetés stb.) közepette már réggen megszűnt volna kiadványunk, ha nincs mögötte a Magyar Csillagászati Egyesület népes tagsága és mindazok, akik támogatásra méltónak találják az egyesület célkitűzéseit. Legalább ekkora dicséret illeti szerzőinket és a kötet szerkesztésében részt vevő hivatásos csillagászokat, valamint a téma iránt elkötelezett amatőröket, akik ingyenesen, úgyszeretből, színvonalasan végzik munkájukat – mint oly sokan a Magyar Csillagászati Egyesületben. Mindezek eredményeként ismét terjedelmes kötettel jelentkezünk, melyben a csillagászat legújabb eredményei és a hazai csillagászati intézmények beszámolóí mellett a 2020-ban megfigyelhető égi jelenségek és érdekesebb látnivalók gazdag kínálatát találja a Kedves Olvasó.

2020-as kötetünkben is jelentkezünk nagyobb terjedelmű cikkekkkel, amelyek egy-egy érdekfeszítő témát mutatnak be. Az utóbbi években nagy lendületet kapott a meteorok észlelése és a meteoritok kutatása. Hegedüs Tibor „égi kövekkel” foglalkozó cikke ezt a területet mutatja be. Nemrégiben fejeződött be a Kepler-űrtávcső kutatóprogramja, amelyben magyar kutatók is részt vettek. A hihetetlenül pontos fotometriai méréseknek köszönhetően rengeteg új ismerethez jutottunk az exobolygókról, azonban más területeken is mérföldkőnek számít a Kepler, amelynek eredményeit Plachy Emese és Molnár László foglalja össze.

A tranzien্স jelenségekkel kapcsolatos hazai kutatásokat foglalja össze Könyves-Tóth Réka, Vinkó József és Stermeczky Zsófia cikke. Száz évvel ezelőtt merőben más képünk volt a Tejútrendszeréről és más, hasonló ködfoltokról, amelyek természete még egyáltalán nem volt világos akkoriban. A száz évvel ezelőtt lezajlott Shapley–Curtis-vita háttérét és végkifejletét ismereti cikkében Horváth István. Háromszáz évvel ezelőtt született Hell Miksa, az egyik legizgalmasabb pályát befutott magyar csillagász. Zsoldos Endre ismerteti Hell Miksa életének főbb állomásait és tudós fontosabb eredményeit.

Kötetünket hagyományosan intézményi beszámolók zárják.

Egy csillagászati évkönyv egyik fontos szerepe az adott évre vonatkozó csillagászati alapadatok, valamint az érdekes, látványos, ritka – és természetesen a kötet lezárásáig előre jelezhető – égi jelenségek pontos közlése mindazok számára, akiket érdekelnek a csillagos ég jelenségei.

Továbbra is valljuk, hogy a számítástechnika és az internet mai elterjedtsége mellett, amikor egyre többen használnak különféle planetáriumprogramokat, és naprakész információkat kaphatnak az internetről, és ezzel akár személyre szóló „évkönyvet” is készíthetnek saját használatra, egy hagyományos, nyomtatott évkönyvnek gyökeresen más szerepet kell kapnia. Olvasóink figyelmébe ajánljuk a Magyar Csillagászati Egyesület Meteor c. lapját, amely számos aktuális égi jelenségről közöl előrejelzést Jelenségnaptárában, olyanokról is, amelyek jellegükénél fogva nem szerepelhetnek évkönyvünkben. Ugyancsak számos érdekes észlelési ajánlat található az MCSE honlapján ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)) és hírportálján ([www.csillagaszat.hu](http://www.csillagaszat.hu)). Az égbolt megismerését, a távcsöves megfigyelőmunkát különféle szoftverek is segítik, amelyek közül hármat ajánlunk: az Ursa Minort ([www.ursaminor.hu](http://www.ursaminor.hu)), a Stellariumot ([www.stellarium.org](http://www.stellarium.org)) és a Guide 8.0-t.

A 2020-as Csillagászati évkönyvben az utóbbi évek köteteinél megszokott módon igyekeztünk bemutatni, előre jelezni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetőkkal hívjuk fel a figyelmet (Hold, bolygók, együttállások, üstökösök, fogyatkozások, fedések, mélyég-objektumok stb.). Mindezzel szeretnénk még közelebb hozni az érdeklődőket a csillagos éghoz, céltudatosan irányítva rá figyelmüket egy-egy égi eseményre. Mindazok, akik kedvet kapnak a megfigyelések végzéséhez és beküldéséhez, a Meteor rovatvezetőinél kaphatnak további tájékoztatást (elérhetőségük megtalálható a kiadvány honlapján: [meteor.mcse.hu](http://meteor.mcse.hu)). Az észlelések online feltöltését teszi lehetővé az [eszlelesek.mcse.hu](http://eszlelesek.mcse.hu) címen található oldalunk.

A havi előrejelzéseket évfordulós csillagászat-történeti érdekességek is színesítik.

**A Kalendárium** hagyományos naptár része minden hónapban két oldalnyi táblázattal kezdődik. Ezekben minden időadat Közép-Európai Időben (KÖZEI) szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában található a napnak a hónapon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszámát az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is. Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ( $\lambda = 15^\circ$ ) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a  $\lambda = 19^\circ$

földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnepelt névnapok listáját olvashatjuk. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent Ladó–Bíró: Magyar utónévkönyv c. munka. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszakmítési és kronológiai információk kaptak helyet.

A nyári időszakmítás kezdetét és végét egyaránt jelezzük a táblázat alján.

A kalendárium használatát megkönnyíti a lapszélen található hónapsorszám.

Az **eseménynaptárban** az időpontokat Világidőben (UT) adtuk meg.

A négy fő holdfázis időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak, megadtuk a csillagkép nevét is, ahol a Hold tartózkodik az adott időpontban.

A Föld napközeli- és naptávolság-időpontjai (perihélium és aphélium) perc pontosságúak, geocentrikusak, valamint fel van tüntetve a Föld távolsága is a Naptól CSE-ben.

A nap-éj egyenlőségek és napfordulók időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak.

A Hold librációinak időpontjai perc pontosságúak, geocentrikusak. Egy lunáción belül hat időpont van megadva, a legnagyobb északi, déli, keleti és nyugati érték időpontja, valamint a legkisebb és legnagyobb eredő libráció (század fok pontossággal).

Korai/késői holdsarlók. A 48 óránál fiatalabb illetve idősebb holdsarlók láthatóságának időpontjait adtuk meg perc pontossággal, Budapestre számítva, -6 fokos napmagasságra. Az előre jelzett jelenségeknél megadtuk a holdsarló korát, valamint a horizont feletti magasságát is.

Bolygók dichotómiája. A Merkúr és a Vénusz bolygó 50%-os fázisának időpontjait is tartalmazza a jelenségnaptár perc pontossággal, a Föld középpontjából nézve.

A Hold földközeli- és földtávolság-időpontjai perc pontosságúak, valamint megvannak adva a Hold távolságadatai a Föld középpontjától és a Hold látszó átmérője is tized ívmásodperc pontossággal.

Az eseménynaptár perc pontossággal tartalmazza azokat az időpontokat is, amikor a Hold eléri legkisebb/legnagyobb deklinációs értékét.

A belső bolygók elongációinak és oppozícióinak időpontjai geocentrikusak és perc pontosságúak, az eseménynaptár tartalmazza az elongációk mértékét, a bolygók fényességét, átmérőjét és a fázisait ezekben az időpontokban. A Merkúr és a Vénusz alsó, illetve a felső együttállását a Nappal perc pontossággal adtuk meg. A külső bolygóknál az időpontok szintén perc pontosságúak, járulékos adatként a bolygók látszó átmérőit, fényességüket, továbbá azt a csillagképet is megadtuk, ahol épp tartózkodnak.

A 2020-as évben hat fogyatkozás következik be, ezek egy része hazánkból is megfigyelhető. Mindegyik jelenség adatai szerepelnek a Kalendáriumban. A június 21-i gyűrűs napfogyatkozás hazánk keleti részéről részleges fogyatkozásként megfigyelhető, azonban a Hold csak igen csekély mértékben fogja számunkra eltakarni a Napot.

2020-ban egy teljes holdfogyatkozás következik be, a január 21-i jelenség a hajnali órákban figyelhető meg hazánkból. A július 16-i nagymértékű részleges holdfogyatkozás teljes egészében megfigyelhető hazánkból, az esti órákban látható jelenség bizonyára jelentős figyelmet fog kapni. Az év négy holdfogyatkozása közül a január 10-i és a június 5-i lesz megfigyelhető Magyarországról, azonban ezek is csak félárnyékos fogyatkozások lesznek, így ebben az évben látványos fogyatkozás nélkül maradunk. A másodperc pontosságú időpontok geocentrikus kezdő és befejező kontaktus-időpontok.

A **Hold** látványosabb csillagfedéseit másodperc pontossággal adjuk meg, a számítások Budapestre eső földrajzi koordinátára ( $\phi$ -47°30',  $\lambda$ -19°00') vonatkoznak, így az a és b együtthatók segítségével más magyarországi pozícióra is átszámíthatjuk az adatokat. A táblázatokban továbbá szerepel a fedendő csillag neve, fényessége, a holdfázis és a súroló fedés helye több magyarországi településre számítva.

A táblázatok oszlopai: Dátum, UT – az esemény bekövetkeztének időpontja világidőben, Budapest +47,5 –19,0 földrajzi pozícióban. J: az esemény típusa, D: eltűnés a Hold mögött, R: előbukkanás a Hold mögül, csillag: ZC katalógus száma, m – a csillag fényessége, fázis – a holdfázis (+ növekvő, – csökkenő, h – a Hold horizont feletti magassága, CA – az esemény pozíciósöge a holdkorongon a terminátor északi (N) vagy déli (S) pólusától (a negatív érték a világos oldalt jelöli), PA: az esemény pozíciósöge a holdkorongon az éggömbi északi iránytól mérve, Kor.: – az esemény idejét átszámíthatjuk saját földrajzi helyzetünkre: a – nyugati irányban fokonyként ennyi perccel korábban, keletre később



következik be az esemény, b: észak felé pozitív érték esetén ennyivel később, negatív értéknél korábban következik be az esemény. Déli irányban fordítva.

A Jupiter-holdak jelenségei közül azokat az eseményeket szerepeltetjük a felsorolásban, amikor egy éjszaka során két holdjelenség is bekövetkezik, valamint amikor a Jupiter korongján két hold árnyéka látszik.

A Jupiter-holdaknál közölthöz hasonlóan mutatjuk be a legfényesebb Szaturnusz-holdak láthatósági ábráját.

A bolygók kölcsönös megközelítései közül azok kerültek be, amelyeknél 2,5 foknál kisebb a távolság az égitestek között, és a jelenség legalább egy része sötét égbolton megfigyelhető.

A Hold csillag- és bolygómegközelítései közül azokat az eseményeket szerepeltetjük, amelyeknél Budapestről nézve a Hold 5 foknál közelebb kerül egy bolygóhoz, illetve 1 fokon belül egy fényes csillaghoz. Ha nem éjszakai időszakra esik a megközelítés, akkor külön megadjuk a legkisebb szögtávolságot és annak időpontját.

A bolygók csillagfedései, illetve csillag-megközelítései közül az olyan események szerepelnek, amelyeknél Budapestről nézve egy bolygó egy szabad szemmel látható csillagtól 30'-en belül halad el, illetve egy 11,5 magnitúdónál fényesebb csillagot 60"-nél jobban megközelít.

Csillagászati évkönyvünk kereskedelmi forgalomban is kapható, azonban minden olvasónknak ajánljuk, hogy közvetlenül a Magyar Csillagászati Egyesülettől szerezzék be (személyesen az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban is megvásárolható). A legjobb megoldás azonban az, ha maguk is az MCSE tagjaivá válnak, ugyanis ez esetben tagilletményként egészen biztosan hozzájuthatnak kiadványunkhoz. Az egyesületi tagsággal kapcsolatos információk megtalálhatók egyesületi honlapunkon ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)).



**KALENDÁRIUM**  
**2020**

$$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$$

# Kalendárium – január

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m
1. hét									
1. sz 1.	7 31	11 47	16 03	19,5	-3,1	11 13	16 46	22 29	
2. cs 2.	7 31	11 47	16 04	19,6	-3,6	11 33	17 27	23 32	
3. p 3.	7 31	11 48	16 05	19,7	-4,0	11 53	18 08	–	☉ 5 45
4. sz 4.	7 31	11 48	16 06	19,8	-4,5	12 13	18 50	0 35	
5. v 5.	7 31	11 49	16 07	19,9	-4,9	12 35	19 34	1 39	
2. hét									
6. h 6.	7 31	11 49	16 08	20,0	-5,4	13 00	20 20	2 45	
7. k 7.	7 30	11 50	16 09	20,1	-5,8	13 29	21 10	3 52	
8. sz 8.	7 30	11 50	16 10	20,3	-6,3	14 06	22 04	5 01	
9. cs 9.	7 30	11 51	16 12	20,4	-6,7	14 53	23 01	6 09	
10. p 10.	7 29	11 51	16 13	20,5	-7,1	15 50	–	7 12	☾ 20 21
11. sz 11.	7 29	11 51	16 14	20,7	-7,5	16 58	0 01	8 06	
12. v 12.	7 29	11 52	16 15	20,9	-7,9	18 14	1 00	8 52	
3. hét									
13. h 13.	7 28	11 52	16 17	21,0	-8,3	19 33	1 58	9 29	
14. k 14.	7 27	11 52	16 18	21,2	-8,7	20 52	2 54	10 01	
15. sz 15.	7 27	11 53	16 19	21,4	-9,0	22 10	3 47	10 27	
16. cs 16.	7 26	11 53	16 21	21,6	-9,4	23 27	4 38	10 52	
17. p 17.	7 26	11 54	16 22	21,7	-9,7	–	5 28	11 17	☉ 13 58
18. sz 18.	7 25	11 54	16 23	21,9	-10,1	0 43	6 18	11 42	
19. v 19.	7 24	11 54	16 25	22,1	-10,4	1 57	7 08	12 10	
4. hét									
20. h 20.	7 23	11 54	16 26	22,4	-10,7	3 11	8 00	12 42	
21. k 21.	7 22	11 55	16 28	22,6	-11,0	4 22	8 54	13 21	
22. sz 22.	7 21	11 55	16 29	22,8	-11,3	5 27	9 48	14 06	
23. cs 23.	7 21	11 55	16 31	23,0	-11,6	6 25	10 42	15 00	
24. p 24.	7 20	11 56	16 32	23,3	-11,8	7 14	11 35	16 00	☉ 22 42
25. sz 25.	7 19	11 56	16 34	23,5	-12,1	7 54	12 26	17 03	
26. v 26.	7 18	11 56	16 35	23,8	-12,3	8 26	13 14	18 08	
5. hét									
27. h 27.	7 16	11 56	16 37	24,0	-12,5	8 53	13 59	19 13	
28. k 28.	7 15	11 56	16 38	24,3	-12,7	9 17	14 42	20 16	
29. sz 29.	7 14	11 57	16 40	24,5	-12,9	9 37	15 23	21 19	
30. cs 30.	7 13	11 57	16 41	24,8	-13,1	9 57	16 04	22 22	
31. p 31.	7 12	11 57	16 43	25,1	-13,3	10 16	16 45	23 24	

A Julián-naptár szerinti újév napja: január 14.

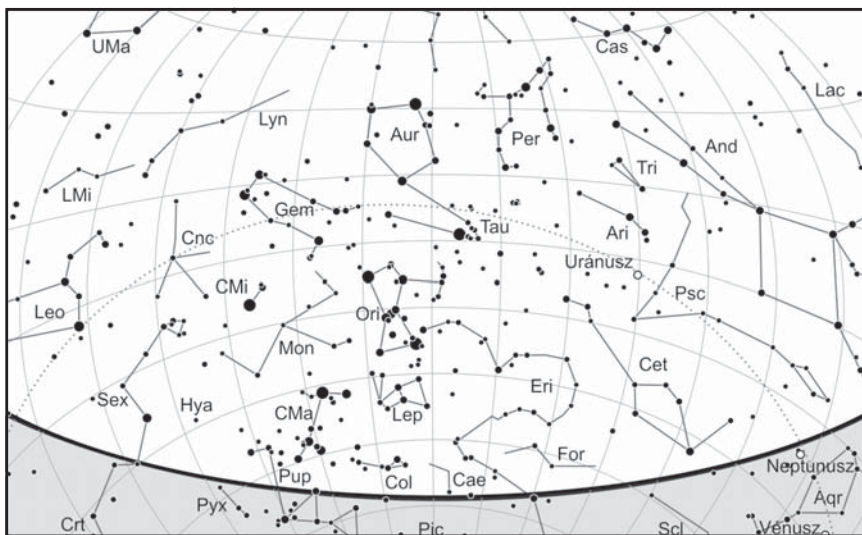


## Január

1

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1. hét			
1.	2 458 850	6 40 29	Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos
2.	2 458 851	6 44 26	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 458 852	6 48 22	Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 458 853	6 52 19	Leona, Titusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 458 854	6 56 15	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
2. hét			
6.	2 458 855	7 00 12	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 458 856	7 04 08	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 458 857	7 08 05	Gyöngyvér, Virág
9.	2 458 858	7 12 02	Marcell
10.	2 458 859	7 15 58	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 458 860	7 19 55	Ágota, Agáta
12.	2 458 861	7 23 51	Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika
3. hét			
13.	2 458 862	7 27 48	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 458 863	7 31 44	Bódog
15.	2 458 864	7 35 41	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 458 865	7 39 37	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 458 866	7 43 34	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 458 867	7 47 31	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 458 868	7 51 27	Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
4. hét			
20.	2 458 869	7 55 24	Fábián, Sebestyén, Szekaszián, Tímea
21.	2 458 870	7 59 20	Ágnes
22.	2 458 871	8 03 17	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 458 872	8 07 13	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 458 873	8 11 10	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 458 874	8 15 06	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 458 875	8 19 03	Vanda, Paula, Titanilla
5. hét			
27.	2 458 876	8 23 00	Angelika, Angéla, János
28.	2 458 877	8 26 56	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 458 878	8 30 53	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 458 879	8 34 49	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 458 880	8 38 46	Marcella, János, Lujza, Péter

A kínai naptár szerinti újév napja január 25.



*A déli égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap nagyobb részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 10-én felső együttállásban van a Nappal. 23-a után már kereshető napnyugta után a délnyugati látóhatár közelében, ekkor fél órával nyugszik a Nap után. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén már több mint egy órával később nyugszik, mint a Nap.

**Vénusz:** Napnyugta után látható magasan a délnyugati égen, ragyogó fehér fényű égitestként. Megfigyelésre igen kedvező helyzetben van, a hónap elején három, a végén három és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4,0^m$ -ról  $-4,1^m$ -ra, átmérője  $13,1''$ -ről  $15,2''$ -re nő, fázisa  $0,82$ -ről  $0,74$ -ra csökken.

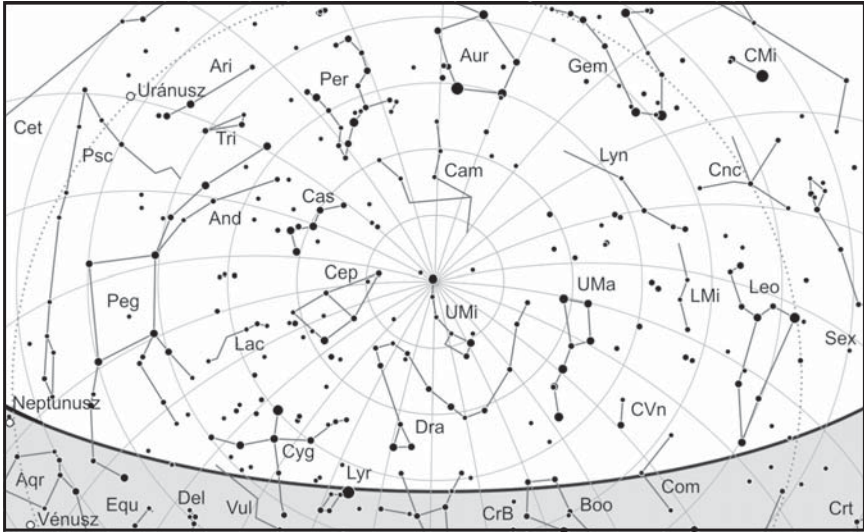
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Mérleg, 8-tól a Skorpíó, majd 15-től a Kígyótartó csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali délkeleti ég alján látható. Lassan fényesedik  $1,6^m$ -ról  $1,4^m$ -ra, miközben látszó átmérője  $4,3''$ -ről  $4,8''$ -re nő.

**Jupiter:** A Nyilas csillagképben végez előretartó mozgást. A hónap nagy részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. A hónap legvégén már kereshető napkelte előtt a délkeleti ég alján mint fényes égitest. Fényessége  $-1,8^m$ , átmérője  $32''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. 13-án együttállásban van a Nappal, annak közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége  $0,5^m$ , átmérője  $15''$ .

**Uránusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Kos csillagképben, éjfél után nyugszik. Előbb hátráló, majd 11-től előretartó mozgást végez.

**Neptunusz:** Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.



*Az északi égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
01.02.	1:32	a Hold földtávolban (404620 km, látszó átmérő: 29' 31", 39,5%-os, növekvő holdfázis)
01.02.	16:43	a Vénuszról 21,4'-cel délkeletre látható a 30 Cap (5,4 magnitúdós) az esti szürkületben
01.03.	4:45	első negyed (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 29' 36")
01.04.	5:15	a Marstól 18,8'-cel délkeletre látható a $\lambda$ Lib (5,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
01.04.	23:17	az Uránusz 4,7°-ra északra látható a 66,7%-os, növekvő fázisú Holdtól a Kos/Cet csillagképekben
01.04.	23:48	a Hold maximális librációja ( $l = -4,02^\circ$ , $b = +6,20^\circ$ , 67,0%-os, növekvő holdfázis)
01.05.	7:48	a Föld napközben (0,9832 CSE-re, 147,091242 millió km-re)
01.09.	0:59	a 96,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 14' 57"-re délre látható a $\zeta$ Tauri (3,0 magnitúdós)
01.09.	5:40	a Marstól 3' 40"-cel délre látható az $\omega$ Sco (3,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
01.09.	16:56	a Hold mögé belép a $\mu$ Geminorum (2,9 magnitúdós, 99%-os, növekvő holdfázis), kilépés 17:57 UT-kor
01.09.	18:06	a (192) Nausikaa kisbolygó oppozícióban (10,0 magnitúdós, Ikrek csillagkép)
01.10.	9:38	a Merkúr felső együttállásban a Nappal
01.10.	17:07	félárnyékos holdfogyatkozás, a Hold az Ikrek csillagképben, legnagyobb fázis 19:10 UT-kor, a félárnyékos fogyatkozás vége 21:13 UT-kor

**Dátum Idő Esemény**

01.10.	19:21	telehold (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 32' 10")
01.11.	14:12	a Hold minimális librációja ( $l = -3,79^\circ$ , $b = -2,62^\circ$ , 99,2%-os, csökkenő holdfázis)
01.11.	22:48	a (27) Euterpe kisbolygó (10,8 magnitúdós) 21'-cel délre látható az NGC 4073 galaxistól (11,4 magnitúdós) a Szűz csillagképben
01.13.	4:36	a Marstól 1,9°-cel délre látható az M80 gömbhalmaz (NGC 6093, 7,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Skorpió csillagképben
01.13.	13:19	a (134340) Pluto törpebolygó együttállásban a Nappal
01.13.	15:16	a Szaturnusz együttállásban a Nappal
01.13.	20:29	a Hold földközeli (365934 km, látszó átmérő: 32' 39", 87,9%-os, csökkenő holdfázis)
01.15.	1:49	az (511) Davida kisbolygó oppozícióban (9,6 magnitúdós, Ikrek csillagkép)
01.17.	11:36	a Hold maximális librációja ( $l = +3,61^\circ$ , $b = -6,44^\circ$ , 50,8%-os, csökkenő holdfázis)
01.17.	12:58	utolsó negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 32' 8")
01.17.	16:37	a Vénusztól 13,1'-cel nyugatra látható az 54 Aqr (7,0 magnitúdós) az esti szürkületben
01.17.	17:27	a (63) Ausonia kisbolygó (11,2 magnitúdós) 12'-cel délre látható a $\phi$ Gem-től (5,0 magnitúdós)
01.18.	4:31	a Marstól 16,2'-cel északra látható az $\omega$ Oph (4,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
01.18.	16:38	a Vénusztól 9' 26"-cel délnyugatra látható az 58 Aqr (6,4 magnitúdós) az esti szürkületben
01.18.	16:52	a Vénusztól 23,2'-cel nyugatra látható a 96 Aqr (5,6 magnitúdós) az esti szürkületben
01.18.	17:15	a (39) Laetitia kisbolygó (11,3 magnitúdós) 9'-cel északra látható a $\psi^1$ Aqr-től (4,2 magnitúdós)
01.19.	4:34	a (2) Pallas kisbolygó (10,3 magnitúdós) 3'-cel nyugatra látható az $\omega$ Oph-tól (4,8 magnitúdós)
01.20.	17:17	a (15) Eunomia kisbolygó (10,0 magnitúdós) 14'-cel északra látható a $\beta$ Psc-től (4,5 magnitúdós)
01.20.	17:17	a (39) Laetitia kisbolygó (11,3 magnitúdós) 11'-cel délre látható az NGC 7606 galaxistól (10,8 magnitúdós) a Vízöntő csillagképben
01.21.	4:06	a Mars 5,1°-ra nyugatra látható a 14,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Kígyótartó csillagképben
01.21.	4:33	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 18'-cel délre látható az NGC 957 nyílthalmaztól (7,6 magnitúdós) a Perzeusz csillagképben
01.21.	10:21	az (5) Astraea kisbolygó oppozícióban (9,2 magnitúdós, Rák csillagkép)
01.23.	3:15	a (230) Athamantis kisbolygó oppozícióban (10,4 magnitúdós, Kis Kutya csillagkép)
01.23.	5:45	a Jupiter 2,4°-ra északnyugatra látható a 2,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
01.23.	6:00	39 óra 42 perces holdsarló 3,7° magasan a reggeli égen (a Jupitertől 2,5°-ra délkeletre, a Szaturnusztól 10°-ra nyugatra)
01.23.	22:59	a Hold minimális librációja ( $l = +4,62^\circ$ , $b = +1,73^\circ$ , 0,9%-os, csökkenő holdfázis)
01.24.	21:42	újhold (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 30' 14")

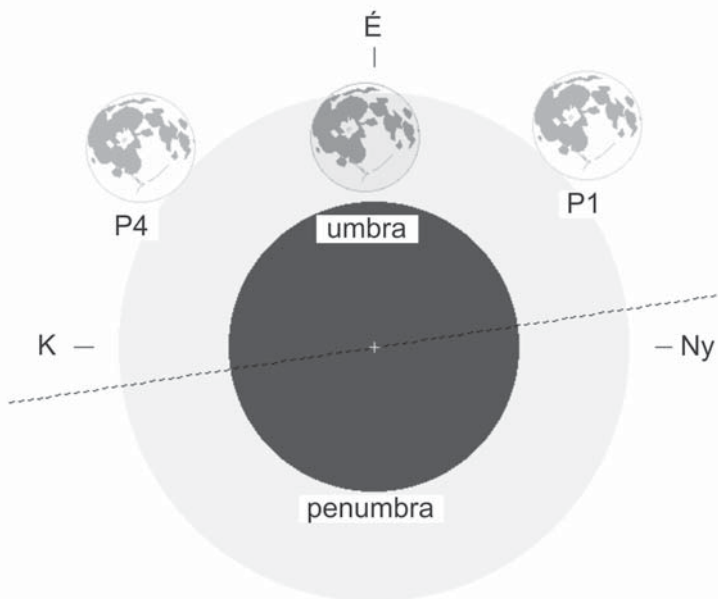
Dátum	Idő	Esemény
01.25.	4:30	a Marstól 18,9'-cel északkeletre látható az NGC 6235 gömbhalmaz (8,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben
01.26.	15:56	42 óra 14 perces holdsarló 9,2° magasan az esti égen (a Merkúrtól 8,8°-ra keletre, a Vénusztól 20°-ra nyugatra)
01.26.	16:11	a Merkúr 8,9°-ra nyugatra látható a 3,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Bak csillagképben
01.27.	17:26	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 32'-cel északra látható a Perzeusz-ikerhalmaztól (NGC 869 és 884, 5,3 és 6,1 magnitúdós) a Perzeusz csillagképben
01.27.	17:27	a Vénusz és a Neptunusz 8' 46"-es közelsége az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.28.	16:14	a Vénusz 4,7°-ra északnyugatra látható a 13,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.28.	17:27	az (5) Astraea kisbolygó (9,1 magnitúdós) 5'-cel nyugatra látható a 3 Cnc-től (5,6 magnitúdós)
01.29.	4:25	a Marstól 11,3'-cel északkeletre látható az NGC 6287 gömbhalmaz 9,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben
01.29.	16:52	a Vénusztól 23,2'-cel északnyugatra látható a 96 Aqr (5,6 magnitúdós) az esti szürkületben
01.29.	21:33	a Hold földtávolban (405426 km, látszó átmérő: 29' 28", 21,7%-os, növekvő holdfázis)
01.31.	4:24	a (3) Juno kisbolygó (10,4 magnitúdós) 6'-cel délre látható a 66 Vir-től (5,9 magnitúdós)

### Félnyírkos holdfogyatkozás január 20-án

2020-ban hat fogyatkozás lesz látható a Földről, ezen jelenségek fele Magyarországról is legalább részben megfigyelhető. Hat esemény egy évben: ilyen legutóbb 2011-ben volt, akkor négy részleges napfogyatkozással és két teljes holdfogyatkozással. A mostanihoz hasonló felállás – két nap- és négy holdfogyatkozás – pedig 1991-ben volt, 29 éve.

Az év első eseménye egy nagymértékű félnyírkos holdfogyatkozás, amely Magyarországról és a Kárpát-medencéből jól megfigyelhető az esti, késő éjszakai órákban. Európán kívül látható még Ázsiából és Afrikából. Afrika nyugati részén csak a jelenség vége, Ausztráliából és Óceániából csak a kezdete látható. A fogyatkozás során a Hold 0,9-e merül a félnyírkba. A félnyírk 17:07:45-kor érinti meg a holdfelszínt, de a jelenléte a gyenge kontraszt miatt várhatóan csak 17:50 után észlelhető. A fogyatkozás súroló jellege miatt a félnyírk okozta szürkés-barnás homály mozgása, fénycsökkentő hatása lassú lesz. A holdfogyatkozás maximuma 19:09:59-kor következik, bő két órával a jelenség elméleti kezdete után. A holdkorong északi pereme 3,36'-re kilóg a félnyírkból, ez a korong látszó átmérőjének kicsivel több mint tizede. A Hold korongjának közepe 12,72' távolságra látszik a félnyírk szélétől, itt már bizonyosan látszik a félnyírk okozta enyhe sötétedés. A holdkorong déli pereme 28,8' mélyen merül a félnyírkba, azaz csak 3,73'-re van a teljes árnyék szélétől. Nagyjából itt kezd a félnyírk hatása erősen érződni, azaz a perem sötétedése erőteljesen látszani. Ha lefényképezzük ekkor a Holdat, a hatás még erőtelje-

sebbnek tűnhet; utómunkálatokkal természetesen a látvány közelíthető a szabad szemmel látottakhoz – a szemünk dinamikája eltér a mai fényképezőeszközökétől is. A félárnyék lassan vonul le a Hold felszínéről, 20:30 körül még talán észlelhető a holdkorong délnyugati peremén. A holdfogyatkozás technikailag 21:12:19-kor ér véget. A fogyatkozás 4 óra 4 perc 34 másodperc hosszan zajlik.



A holdfogyatkozás idején a Hold az Ikrék csillagképben tartózkodik, a Pollux derekánál. Nemrég hagyta el a felszálló csomópontot. Egyetlen bolygó sem látszik közel s távol, a Vénusz éppen lenyugszik a délnyugati égen. Noha a téli égbolt fényes csillagai veszik körbe a Holdat, annak fénye – mivel éppen csak csökken egy picit – elnyomja azokat, csak a legfényesebbek lesznek láthatók, akárcsak egy átlagos teliholdas éjszakán. A fogyatkozás maximuma pillanatában a félárnyékos fogyatkozás nagysága 0,8955 magnitúdó, és a Hold az árnyékkúp északi részét szeli át. A penumbra átmérője 2,5338°, az umbráé 1,4496°. A Hold három nap múlva lesz földközeli, látszó átmérője 32,16'. Ez a holdfogyatkozás a 71 eseményt adó 144-es Szárosz-család 16. tagja.

## A Hold csillagfedései

dátum		UT			J	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	fázis	h	CA	PA	
01	02	15	13	32	be	128784	7,0	45+	37	62S	95
01	03	18	21	43	be	109783	7,3	55+	42	82N	59
01	03	18	23	57	be	109787	7,6	55+	42	55S	103
01	04	21	5	5	be	306	6,8	65+	33	58S	100
01	06	18	30	13	be	523	6,4	82+	57	42N	25
01	06	18	32	25	be	93528	7,4	82+	56	61S	102
01	07	16	14	56	be	663	6,9	89+	35	57S	110
01	08	23	40	36	be	77293	7,6	96+	50	29S	145
01	09	1	23	38	be	851	6,4	96+	34	74N	68
01	09	16	55	42	be	976	2,9	99+	27	73N	72
01	09	17	56	46	ki	976	2,9	99+	37	-89S	268
01	09	18	6	29	be	78352	7,2	99+	38	72S	107
01	09	20	39	51	be	997	7,0	99+	60	53S	127
01	10	0	32	22	be	78561	7,4	99+	52	85S	97
01	11	18	49	33	ki	1269	6,9	99-	25	44N	323
01	12	1	44	15	ki	1304	6,8	98-	56	76N	292
01	13	23	59	54	ki	1553	7,8	86-	48	51S	249
01	19	2	23	39	ki	159050	7,5	32-	12	66N	311
01	19	4	15	45	ki	159092	8,4	32-	24	65N	312
01	19	4	43	49	ki	159098	8,1	32-	25	68S	264
01	20	3	28	30	ki	2301	6,7	22-	10	54S	246
01	20	4	26	18	ki	159709	8,1	22-	16	34N	338
01	21	6	5	57	ki	2457	6,3	13-	17	18N	348
01	27	16	54	57	ki	165273	9,1	7+	10	14S	153
01	27	17	26	0	be	3337	7,8	7+	6	-1N	345
01	31	17	11	13	be	110095	7,8	37+	44	79N	59

A  $\mu$  Geminorum fedése január 9-én

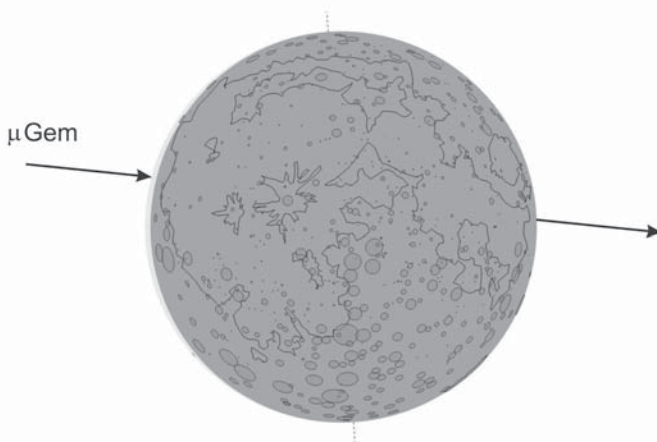
Az év első fényes csillagfedésére az újévet követően nem kell sokat várni. Az év második csü-törtökjén kora este fedi a Hold az Ikrek csillagkép 2,9 magnitúdós csillagát. Égi kísérőnk egy nappal lesz telehold előtt, így a belépés a nagyon vékony sötét peremen zajlik. A csillag elég fényes ahhoz, hogy még kis távcsővel is megpillantsuk a ragyogó holdfelszín mellett, bár a nagyobb nagyítás javítja a kontrasztot. A belépés a Struve- és a Russell-krátereknél zajlik, közel a fényes Aristarchushoz. A sötét terület, azaz a holdperem és a terminátor távolsága mindössze 0,3 ívperc, mégis hirtelen, a „semmiben” fog eltűnni a csillag. Látványos videót is lehet készíteni a jelenségről, de a terminátor és a csillag közelsége hálás fotótéma is lehet. Januárban korán sötétedik, így a fedés időpontjára akár csillagászati bemutatót is lehet szervezni.

A kilépésre egy órát kell várni, az M színképtípusú vörös csillag jó kontrasztot fog mutatni a fényes holdperemmel. A csillag megjelenésére a Mare Fecunditatis mellett, a Langrenus kráter közelében lehet számítani. A pozíciószög közel  $270^\circ$ , azaz a perem „közepén” kell keresni a kilépés helyét.



A  $\mu$  Geminorum január 9-i fedésének adatai néhány magyarországi városra

hely	eltűnés						előbukkanás					
	UT			Hold	CA	PA	UT			Hold	CA	PA
	h	m	s	Alt	°	°	h	m	s	Alt	°	°
Sopron	16	55	41	25	70N	69	17	55	20	35	-88N	271
Szombathely	16	54	54	25	71N	70	17	54	47	35	-89N	270
Zalaegerszeg	16	54	16	25	72N	71	17	54	25	35	-90S	269
Győr	16	55	48	26	72N	70	17	56	4	36	-89N	270
Kaposvár	16	53	35	25	74N	73	17	54	24	36	-88S	267
Veszprém	16	54	50	26	73N	71	17	55	28	36	-89S	269
Tatabánya	16	55	38	26	72N	70	17	56	6	36	-90N	270
Pécs	16	53	11	26	75N	74	17	54	20	36	-87S	266
Székesfehérvár	16	55	5	26	73N	72	17	55	57	37	-89S	268
Szekszárd	16	53	43	26	75N	74	17	55	2	37	-87S	266
Paks	16	54	13	26	75N	73	17	55	32	37	-87S	266
Budapest	16	55	42	27	73N	72	17	56	46	37	-89S	268
Kecskemét	16	54	51	27	75N	74	17	56	30	38	-87S	266
Salgótarján	16	56	53	27	73N	71	17	58	10	38	-90S	269
Szeged	16	53	51	27	77N	76	17	55	56	38	-85S	264
Miskolc	16	57	6	28	74N	72	17	58	53	39	-89S	268
Debrecen	16	56	21	29	76N	74	17	58	49	39	-87S	266
Nyíregyháza	16	57	5	29	75N	74	17	59	27	39	-87S	267



## A Mars a Skorpióban

Az év első együttállása nagyon izgalmasnak ígérkezik, bár elsősorban távcsővel lesz látható. Január 9-én hajnalban (05:40 UT) a másfél magnitúdós Mars 3,5'-re közelíti meg a 3,9<sup>m</sup>-s  $\omega^1$  Scorpiit, ugyanekkor a 2,5<sup>m</sup>-s  $\beta$  Sco-tól kb. 50'-re lesz látható. Ekkor a Nap még 7 fokkal lesz a horizont alatt, a bolygó pedig 17 fokkal felette. Az  $\omega^1$  és  $\omega^2$  Sco 15'-es párost alkot, így a látvány binokulárral felettébb élvezetes lehet.

Január 27-én este (17:27 UT-kor) a Vénusz és a Neptunusz egymástól 9'-es távolságban látható majd, a horizont felett 23°-kal. Az óriásbolygó detektálásához legalább binokulár szükséges. A 4,2 magnitúdós  $\phi$  Aqr 38'-re lesz a Vénusztól északkelet felé, és a Neptunusz majdnem a két égitest között helyezkedik majd el.

## Üstökösök

**C/2017 T2 (PANSTARRS).** Az idejekorán, nagy távolságban felfedezett üstökösök közül ez az égitest ígérkezik a leglátványosabbnak az idén, egyrészt 8 magnitúdó körüli várható fényessége, másrészt majd' fél évig tartó cirkumpoláris láthatósága miatt.

A 2017. október 10-ei felfedezésekor 19,7 magnitúdós égitest akkor még igen messze, 9,2 CSE-re járt csillagunktól, alig belül a Szaturnusz pályáján, két és fél évre 2020. május 4-ei napközelségétől. Ezek alapján nagy abszolút fényességű üstökösről van szó, amely az Oort-felhőből érkezve már nagy naptávolságban aktívvá vált. Sajnos azonban hiába közelíti meg 1,615 CSE-re Napunkat, nagy pályahajlása miatt 1,2 CSE-nél nem is kerülhetne közelebb hozzánk, a valóságban pedig 1,5 CSE-nél jobban nem közelíti meg a Földet. A régóta tartó és a Naphoz közeledve remélhetően még erősödő porkibocsátás miatt így is csóvás üstökösre számíthatunk, amelynek feje a nagy távolság miatt viszonylag kompakt megjelenésű lesz.

A 9,5 és 9 magnitúdó között fényesedő üstökös az éjszaka bármely részében megfigyelhető a Perseus csillagkép északi részén, naptávolsága 2,3 és 2,0 CSE között csökken, földtávolsága pedig 1,5 és 1,6 CSE között növekszik. A nyugat felé haladó vándor lassan vonul a téli Tejút csillagai között, a hónap első napjaiban a nagy és halvány Sh2–203 jelű diffúz köd északi pereménél fotózható, 12-én este háromnegyed fokra északra kereshető az  $\eta$  Perseitől, 20-án este pedig harmad fokkal délre halad el az NGC 957 ritkás nyílthalmaztól. Láthatósága legszebb együttállásaként a hónap utolsó hetében folyamatosan 1°-nál közelebb látszik a Perseus-ikerhal-mazhoz (NGC 869 és 884), legkisebb távolságuk 26/27-e éjszakáján várható.

C/2017 T2 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
01.01.	03 25 26	+55 12 08	1,522	2,296	132	9,5
01.11.	02 56 27	+56 27 52	1,541	2,210	121	9,4
01.21.	02 33 22	+57 14 59	1,578	2,126	110	9,3
01.31.	02 17 25	+57 54 13	1,622	2,046	101	9,2

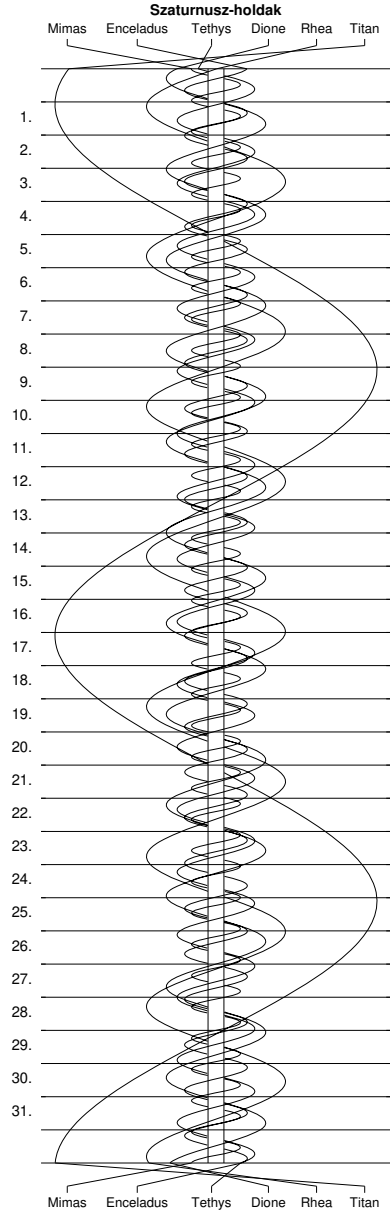
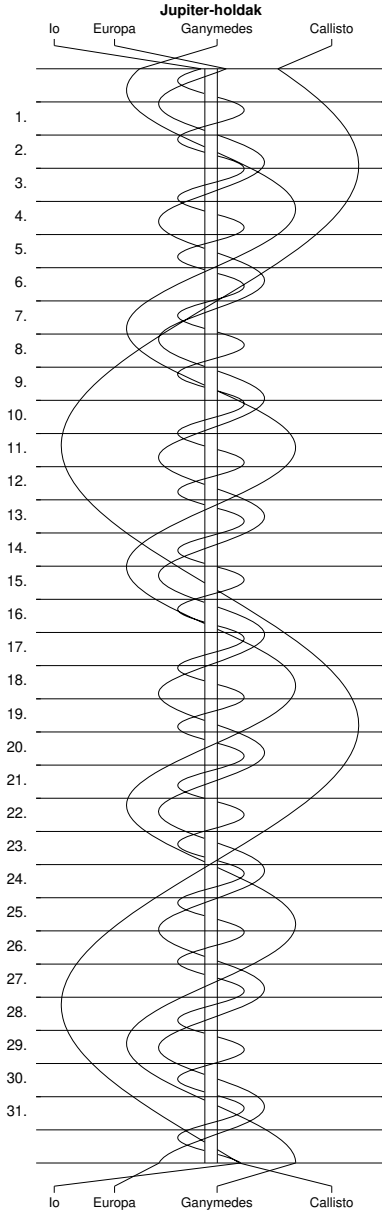
## Évforduló

### 50 éve történt a Lost City-i meteorithullás

1970. január 3-án egy, a teleholdnál fényesebb tűzgömb volt látható 9 másodpercig az USA Oklahoma állama fölött. A jelenséget hang is kísérte. Szerencsére a Smithsonian Astrophysical Observatory meteoritmegfigyelő programja (Préri Hálózat néven volt ismert) is észlelte az eseményt. A felvételek alapján megállapították, hogy az oklahomai Lost City környékén érdemes a lehullott meteoritokat keresni. Néhány nappal később Gunther Schwartz, a Préri Hálózat helyi menedzsere Lost City-től keletre meg is találta a meteorit egy majdnem tízkilós darabját. A továbbiakban még három darabot találtak a környéken, összesen 17 kilogrammnyi meteoritot. Noha ezeket össze lehet illeszteni, vannak szemmel látható hiányok; ezek a darabok még kint lehetnek Lost City környékén a szabadban.

A meteorit a vizsgálatok szerint egy H kondrit, azaz magas vastartalmú meteorit. Hosszú ideig úgy gondolták színekpi és összetételbeli hasonlóságok alapján, hogy ezek a (6) Hebe kisbolygóból származnak. Újabb kutatások szerint azonban más kisbolygók is lehetnek a kondritok forrásai.





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$

# Kalendárium – február

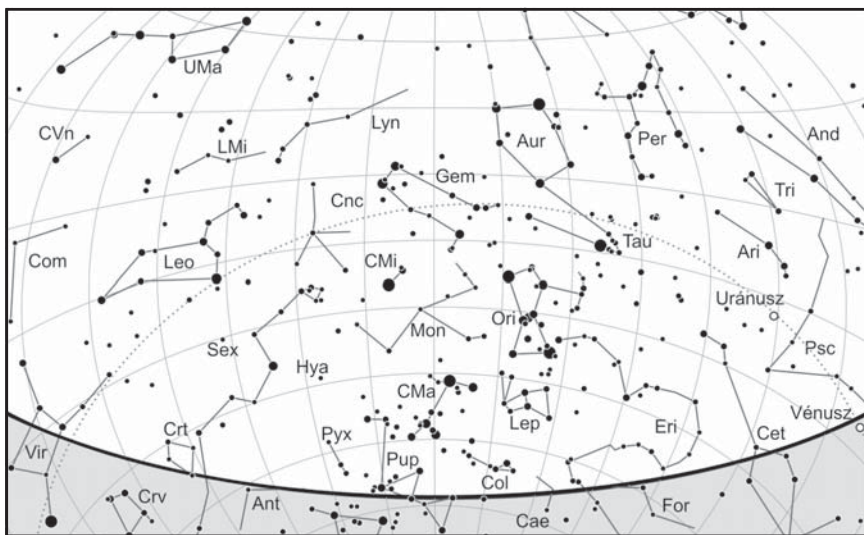
KÖZEI

dátum	Nap					Hold			
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel	nyugszik	fázis
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m
1. sz 32.	7 11	11 57	16 44	25,4	-13,4	10 37	17 27	–	
2. v 33.	7 09	11 57	16 46	25,6	-13,6	11 00	18 11	0 28	☾ 2 42
6. hét									
3. h 34.	7 08	11 57	16 48	25,9	-13,7	11 26	18 58	1 34	
4. k 35.	7 07	11 58	16 49	26,2	-13,8	11 59	19 49	2 41	
5. sz 36.	7 05	11 58	16 51	26,5	-13,9	12 40	20 44	3 48	
6. cs 37.	7 04	11 58	16 52	26,8	-14,0	13 31	21 42	4 53	
7. p 38.	7 02	11 58	16 54	27,1	-14,1	14 34	22 41	5 51	
8. sz 39.	7 01	11 58	16 55	27,4	-14,1	15 47	23 41	6 42	
9. v 40.	6 59	11 58	16 57	27,8	-14,2	17 07	–	7 24	☉ 8 33
7. hét									
10. h 41.	6 58	11 58	16 59	28,1	-14,2	18 29	0 40	7 58	
11. k 42.	6 56	11 58	17 00	28,4	-14,2	19 51	1 36	8 28	
12. sz 43.	6 55	11 58	17 02	28,7	-14,2	21 11	2 30	8 54	
13. cs 44.	6 53	11 58	17 03	29,1	-14,2	22 30	3 22	9 20	
14. p 45.	6 52	11 58	17 05	29,4	-14,2	23 47	4 13	9 45	
15. sz 46.	6 50	11 58	17 06	29,8	-14,2	–	5 05	10 12	☾ 23 17
16. v 47.	6 48	11 58	17 08	30,1	-14,1	1 02	5 57	10 44	
8. hét									
17. h 48.	6 47	11 58	17 10	30,4	-14,1	2 14	6 50	11 20	
18. k 49.	6 45	11 58	17 11	30,8	-14,0	3 21	7 44	12 03	
19. sz 50.	6 43	11 58	17 13	31,1	-13,9	4 21	8 38	12 54	
20. cs 51.	6 41	11 57	17 14	31,5	-13,8	5 12	9 30	13 51	
21. p 52.	6 40	11 57	17 16	31,9	-13,7	5 53	10 21	14 53	
22. sz 53.	6 38	11 57	17 17	32,2	-13,6	6 28	11 09	15 57	
23. v 54.	6 36	11 57	17 19	32,6	-13,5	6 56	11 55	17 02	☀ 16 32
9. hét									
24. h 55.	6 34	11 57	17 20	33,0	-13,3	7 20	12 39	18 06	
25. k 56.	6 33	11 57	17 22	33,3	-13,2	7 42	13 20	19 09	
26. sz 57.	6 31	11 57	17 23	33,7	-13,0	8 01	14 01	20 12	
27. cs 58.	6 29	11 56	17 25	34,1	-12,9	8 21	14 42	21 14	
28. p 59.	6 27	11 56	17 26	34,4	-12,7	8 40	15 23	22 18	
29. sz 60.	6 25	11 56	17 28	34,8	-12,5	9 02	16 06	23 22	

## Február

2

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 458 881	8 42 42	Ignác, Brigitta, Kincső
2.	2 458 882	8 46 39	Karolina, Aida, Johanna, Mária
6. hét			
3.	2 458 883	8 50 35	Balázs, Oszkár
4.	2 458 884	8 54 32	Ráhel, Csenge, András, Andrea, Róbert, Veronika
5.	2 458 885	8 58 29	Ágota, Ingrid, Agáta, Alida, Etelka, Kolos
6.	2 458 886	9 02 25	Dorottya, Dóra, Amanda, Dorina, Dorka, Réka
7.	2 458 887	9 06 22	Tódor, Rómeó, Richárd
8.	2 458 888	9 10 18	Aranka, János, Zsaklin
9.	2 458 889	9 14 15	Abigél, Alex, Apollónia, Erik, Erika
7. hét			
10.	2 458 890	9 18 11	Elvira, Ella, Pál, Vilmos
11.	2 458 891	9 22 08	Bertold, Marietta, Dezső, Elek, Mária, Titanilla
12.	2 458 892	9 26 04	Lívia, Lída, Lilla
13.	2 458 893	9 30 01	Ella, Linda, Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente
14.	2 458 894	9 33 58	Bálint, Valentin
15.	2 458 895	9 37 54	Kolos, Georgina, Alfréd, Gina, Györgyi
16.	2 458 896	9 41 51	Julianna, Lilla, Dániel, Illés, Sámuel
8. hét			
17.	2 458 897	9 45 47	Donát, Alex, Elek
18.	2 458 898	9 49 44	Bernadett, Simon
19.	2 458 899	9 53 40	Zsuzsanna, Eliza, Elizabet
20.	2 458 900	9 57 37	Aladár, Álmos, Elemér, Leona
21.	2 458 901	10 01 33	Eleonóra, György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter
22.	2 458 902	10 05 30	Gerzson, Gréta, Margit, Pál, Péter
23.	2 458 903	10 09 27	Alfréd, Ottó, Péter
9. hét			
24.	2 458 904	10 13 23	Szökőnap
25.	2 458 905	10 17 20	Mátyás, Darinka, Hedvig, János
26.	2 458 906	10 21 16	Géza, Vanda
27.	2 458 907	10 25 13	Edina, Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor
28.	2 458 908	10 29 09	Ákos, Bátor, Antigóné, Gábor, László
29.	2 458 909	10 33 06	Elemér, Antónia



*A déli égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első felében jól megfigyelhető az esti ég alján. 10-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $18,2^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor bő másfél órával nyugszik a Nap után, ez idei első legjobb esti láthatósága. 20-a után láthatósága gyorsan romlik. 26-án alsó együttállásban van a Nappal. 29-én már kereshető napkelte előtt a délkeleti látóhatár közelében, fél órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Fényesen ragyog az esti és kora éjszakai délnyugati égen. A hónap elején három és fél, a végén már négy órával nyugszik a Nap után. Az ekliptika látóhatárhoz viszonyított meredek állásszöge miatt kitűnő a láthatósága. Fényessége  $-4,1^m$ -ről  $-4,3^m$ -ra, átmérője  $15,3''$ -ről  $18,6''$ -re nő, fázisa  $0,73$ -ról  $0,63$ -ra csökken.

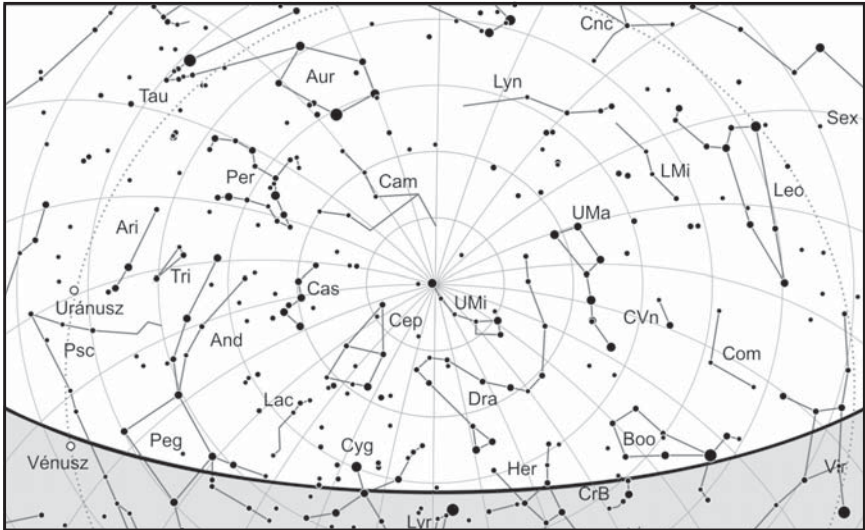
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Kígyótartó, majd 11-től a Nyilas csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali délkeleti ég alján látható. Tovább fényesedik  $1,4^m$ -ről  $1,1^m$ -ra, látszó átmérője pedig  $4,8''$ -ről  $5,53''$ -re nő.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt kereshető a délnyugati ég alján mint ragyogó fényű égitest. Fényessége  $-1,9^m$ , átmérője  $33''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt látható alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége  $0,6^m$ , átmérője  $15''$ .

**Uránusz:** Sötétedés után kereshető a Kos csillagképben a nyugati égen. Folytatja előretartó mozgását. Késő éjszaka nyugszik.

**Neptunusz:** Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hónap elején még kereshető az esti szürkületben.



*Az északi égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
02.02.	1:42	első negyed (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője 29' 55")
02.02.	17:34	a (15) Eunomia kisbolygó (10,0 magnitúdós) 7'-cel keletre látható a $\theta$ Psc-től (4,3 magnitúdós)
02.02.	21:59	a Hold maximális librációja ( $l = -5,95^\circ$ , $b = +4,76^\circ$ , 58,4%-os, növekvő holdfázis)
02.02.	23:07	a (37) Fides kisbolygó oppozícióban (10,3 magnitúdós, Rák csillagkép)
02.04.	22:24	a 77,3%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 1' 18"-re délre látható a 106 Tauri (5,3 magnitúdós)
02.05.	19:48	a Hold mögé belép a 141 Tauri (6,4 magnitúdós, 85%-os, növekvő holdfázis)
02.05.	20:38	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,7 magnitúdós) 34'-cel délre látható az M74 galaxis-tól (NGC 628, 9,4 magnitúdós) a Halak csillagképben
02.06.	2:24	a Hold mögé belép az $\eta$ Geminorum (kettőscsillag, 3,5 magnitúdós, 86%-os, növekvő holdfázis)
02.06.	17:39	a C/2018 N2 (ASASSN) üstökös 36'-cel délkeletre látható az $\iota$ And-tól (4,3 magnitúdós)
02.06.	21:46	a Hold mögé belép a 44 Geminorum (6,0 magnitúdós, 92%-os, növekvő holdfázis)
02.07.	19:44	a Hold mögé belép a 7 Cancrri (6,8 magnitúdós, 97%-os, növekvő holdfázis)
02.07.	21:49	a Hold mögé belép a $\mu$ Cancrri (5,3 magnitúdós, 97%-os, növekvő holdfázis)
02.09.	3:02	a (2) Pallas kisbolygó (10,3 magnitúdós) 44'-cel délre látható az NGC 6633 nyílthalmaztól (4,6 magnitúdós) a Kígyó Feje csillagképben
02.09.	6:52	a Hold minimális librációja ( $l = -3,48^\circ$ , $b = -4,47^\circ$ , 99,9%-os, növekvő holdfázis)



Dátum	Idő	Esemény
02.09.	7:33	telehold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 32' 58")
02.10.	4:24	a Marstól 32,0°-cel délnyugatra látható az NGC 6401 gömbhalmaz (7,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben
02.10.	13:56	a Merkúr legnagyobb keleti elongációja (18,2°, -0,6 magnitúdós, 7,1" átmérő, 52% fázis, Vízöntő csillagkép)
02.10.	17:09	a Neptunustól 2' 18"-cel délkeletre látható a $\phi$ Aqr (4,2 magnitúdós) az esti szürkületben
02.10.	20:35	a Hold földközeli (360447 km, látszó átmérő: 33' 08", 96,5%-os, csökkenő holdfázis)
02.10.	21:32	a (9) Metis kisbolygó (10,6 magnitúdós) 9°-cel délnyugatra látható a 29 Ari-tól (6,0 magnitúdós)
02.11.	0:08	a Merkúr dichotómiája (18,2°-os keleti elongáció, 7,2" látszó átmérő)
02.11.	16:34	a Merkúr kedvező esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 10,2°, -0,4 magnitúdós, fázisa 47%
02.12.	17:48	a C/2018 N2 (ASASSN) üstökös 45°-cel északnyugatra látható a $\kappa$ And-tól (4,2 magnitúdós)
02.14.	19:34	a Hold maximális librációja ( $l = +5,49^\circ$ , $b = -5,49^\circ$ , 62,5%-os, csökkenő holdfázis)
02.15.	22:17	utolsó negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 31' 46")
02.17.	4:16	a Marstól 18,2°-cel délnyugatra látható a 4 Sgr (4,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
02.18.	4:22	a Marstól 45°-cel északnyugatra látható a Trifid-köd (M20, 6,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
02.18.	4:22	a Marstól 43°-cel délre látható a Lagúna-köd (M8, 5,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
02.18.	5:12	a Mars 3,8°-ra keletre látható a 26,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
02.20.	4:57	a Jupiter 5,5°-ra nyugatra látható a 11,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben
02.20.	5:09	a Szaturnusz 4,9°-ra északkeletre látható a 11,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
02.20.	16:35	a Mars eléri legkisebb deklinációját -23°40'-nél a Nyilas csillagképben
02.21.	4:13	a Marstól 16,5°-cel nyugatra látható a 11 Sgr (5,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
02.21.	6:04	a Hold minimális librációja ( $l = +4,63^\circ$ , $b = +3,22^\circ$ , 5,4%-os, csökkenő holdfázis)
02.22.	18:33	a (30) Urania kisbolygó (10,8 magnitúdós) 25°-cel délre látható az NGC 3423 galaxistól (11,1 magnitúdós) a Szextáns csillagképben
02.23.	15:32	újhold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 29' 37")
02.24.	16:39	25 óra 7 perces holdsarló 3,6° magasan az esti égen (a Merkúrtól 12°-ra délkeletre)
02.25.	4:20	a Marstól 1,2°-cel délre látható az M28 gömbhalmaz (NGC 6626, 6,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
02.26.	1:56	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal
02.26.	11:46	a Hold földtávolban (406300 km, látszó átmérő: 29' 24", 7,2%-os, növekvő holdfázis)
02.27.	4:07	a Marstól 22,7°-cel északra látható a 23 Sgr (7,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben

Dátum	Idő	Esemény
02.27.	18:53	a Vénusztól 35'-cel keletre látható az NGC 524 galaxis (10,3 magnitúdós) a Halak csillagképben
02.27.	19:11	a Vénusz 6,1°-ra északnyugatra látható a 15,0%-os, növekvő fázisú Holdtól a Halak csillagképben
02.28.	4:06	a Marstól 26,5'-cel délre látható a 24 Sgr (5,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
02.28.	17:35	az Uránusz 4,4°-ra északnyugatra látható a 21,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kos/Cet csillagképekben
02.29.	4:09	a Marstól 21,8'-cel délnyugatra látható az M22 gömbhalmaz (NGC 6656, 5,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben

### Az η Geminorum fedése február 6-án hajnalban

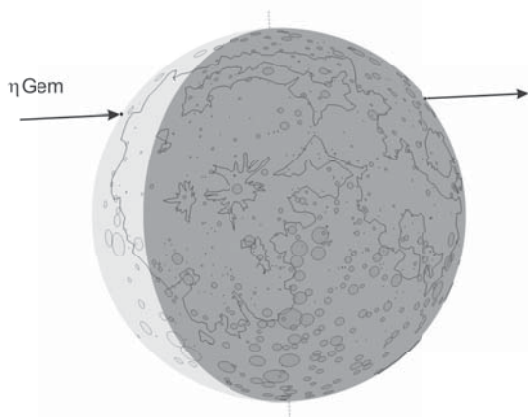
A januári 9-i fedés után egy keringéssel most a  $\mu$  Gem „párja”, a tőle két fokra lévő  $\eta$  Gem kerül a Hold mögé. A csillag arról ismert, hogy innen indulva szoktuk megkeresni az M35 nyílthalmazt és az IC 443 szupernóva-maradványt. A holdfázis is kedvezőbb, mint januárban, 86%-os megvilágítottságú, növekvő. A belépésre a sötét oldalon kerül sor, az Aristarchus-kráter „magasságában”. A csillag 3,5 magnitúdós, így már kis távcsővel is könnyen nyomon lehet követni a jelenséget. A belépésre alacsonyan, mindössze 10°-kal a horizonttól kerül sor, ezért jó északnyugati kilátású megfigyelőhelyet keressünk.

A kilépésre háromnegyed órát kell várni, de az Alföldön élők esetében már lenyugszik a Hold, miközben a csillag még mögötte tartózkodik. A legnyugatibb megyékben élők láthatják a kilépést a világos oldalon, 6-7°-os magasságban.

Az η Geminorum fedésének adatai néhány magyarországi városra február 6-án

hely	eltűnés					előbukkanás				
	UT h m s	Hold Alt	CA °	PA °		UT h m s	Hold Alt	CA °	PA °	
Sopron	2 23 7	14	57N	57		3 6 27	7	-52N	308	
Szombathely	2 23 26	14	58N	58		3 7 14	7	-53N	307	
Zalaegerszeg	2 23 44	13	59N	59		3 7 47	6	-54N	307	
Győr	2 23 21	13	56N	56		3 5 50	6	-51N	309	
Kaposvár	2 24 12	12	59N	59						
Veszprém	2 23 45	13	57N	57						
Tatabánya	2 23 28	13	56N	56		3 5 53	6	-51N	309	
Pécs	2 24 28	12	59N	60						
Székesfehérvár	2 23 47	12	56N	57						
Szekszárd	2 24 21	12	58N	58						
Paks	2 24 11	12	57N	57						
Budapest	2 23 44	12	55N	55						
Kecskemét	2 24 11	11	55N	56						
Salgótarján	2 23 30	12	52N	53						
Szeged	2 24 37	11	57N	57						

hely	eltűnés						előbukkanás					
	UT			Hold	CA	PA	UT			Hold	CA	PA
	h	m	s	Alt	°	°	h	m	s	Alt	°	°
Miskolc	2	23	41	11	51N	51						
Debrecen	2	24	6	10	52N	52						
Nyíregyháza	2	23	56	10	50N	51						



### A Hold csillagfedései

dátum		UT			j	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	m	fázis	h	CA	PA
02	01	17	28	55	be	368	6,2	46+	50	81N	63
02	02	18	11	23	be	475	7,5	56+	54	89N	74
02	03	18	11	29	be	610	6,1	66+	60	51S	117
02	05	18	47	24	be	8034	7,9	84+	163	51N	49
02	05	19	47	44	be	911	6,4	85+	65	81N	80
02	06	0	14	37	be	928	5,9	86+	32	35S	145
02	06	2	23	44	be	946	3,5	86+	12	55N	55
02	06	2	23	44	be	85102	6,1	86+	112	55N	55
02	06	17	32	6	be	78912	7,6	91+	46	67N	72
02	06	21	46	23	be	1078	6,0	92+	62	48S	139
02	06	22	42	8	be	79070	7,5	92+	56	75S	112
02	07	19	44	29	be	1215	6,8	97+	56	31N	47
02	07	19	46	5	be	79909	7,6	97+	56	73S	122
02	07	21	49	23	be	1224	5,3	97+	64	67S	130

dátum	UT	j	csillag	Hold	pozíció
hó nap	h m s		m	fázis h	CA PA
02 08	3 56 22	be	1250 5,8	98+ 15	47S 151
02 09	21 7 8	ki	1485 7,1	99- 46	65S 243
02 10	21 38 21	ki	1612 7,3	96- 38	82S 275
02 12	2 50 10	ki	119272 7,6	89- 43	87N 292
02 13	3 35 33	ki	139174 7,8	80- 37	89S 288
02 14	1 54 21	ki	2008 6,6	70- 32	44S 242
02 19	4 31 17	ki	187145 7,6	18- 8	33S 207
02 26	18 44 5	be	128965 7,6	8+ 4	37N 22
02 27	19 5 36	be	109954 8,5	14+ 11	44N 27
02 29	20 58 20	be	454 5,6	31+ 12	80N 66

### A Mars és az M22 együttállása

A tél utolsó hajnalán, február 29-én kerül a Mars az M22 gömbhalmaz közelébe a Sagittarius csillagképben (11°-kal a horizont felett). 04:09 UT-kor 22'-re láthatjuk a halmaz középpontjától, így egy látómezőben észlelhetők, fotózhatóak hosszabb fókuszú távcsövekkel vagy nagyobb nagyításokkal is. Ekkor ér véget a csillagászati szürkület, így az ég még elegendően sötét lehet a halmaz megfigyeléséhez, de érdemes már 04:00 UT körül próbálkozni a 9,5° magasan lévő bolygó és a tőle délnyugatra lévő gömbhalmaz észlelésével.

### Üstökös

**C/2017 T2 (PANSTARRS).** A 2,0 és 1,8 CSE között csökkenő naprávolságú üstökös hiába növeli aktivitását, növekvő földtávolsága miatt fényessége várhatóan 9 magnitúdó környékén stagnál majd. A bolygónktól igen messze, 250 millió km-re járó égitest a hónap közepén eléri stacionárius pontját, így látszó mozgása jelentősen lelassul. A Perseus, majd a Cassiopeia csillagképekben forduló, de alapvetően észak felé haladó égitest szép ívben megkerüli a közel 1° átmérőjű, laza Stock 2 nyílthalmazt, remek témát adva a nagy látószögű fotózáshoz. A két égitest legkisebb távolsága 1,1° lesz a hónap közepén.

C/2017 T2 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ~)	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m <sub>v</sub> (m)
02.01.	02 16 13	+57 58 24	1,627	2,039	100	9,1
02.08.	02 09 43	+58 31 21	1,659	1,985	94	9,1
02.15.	02 06 24	+59 12 51	1,689	1,934	89	9,0
02.22.	02 06 03	+60 05 11	1,716	1,886	84	8,9
02.29.	02 08 33	+61 09 54	1,739	1,840	80	8,9
02.26.	09 37 09	+46 49 11	0,526	1,435	140	10,0

## Évfordulók

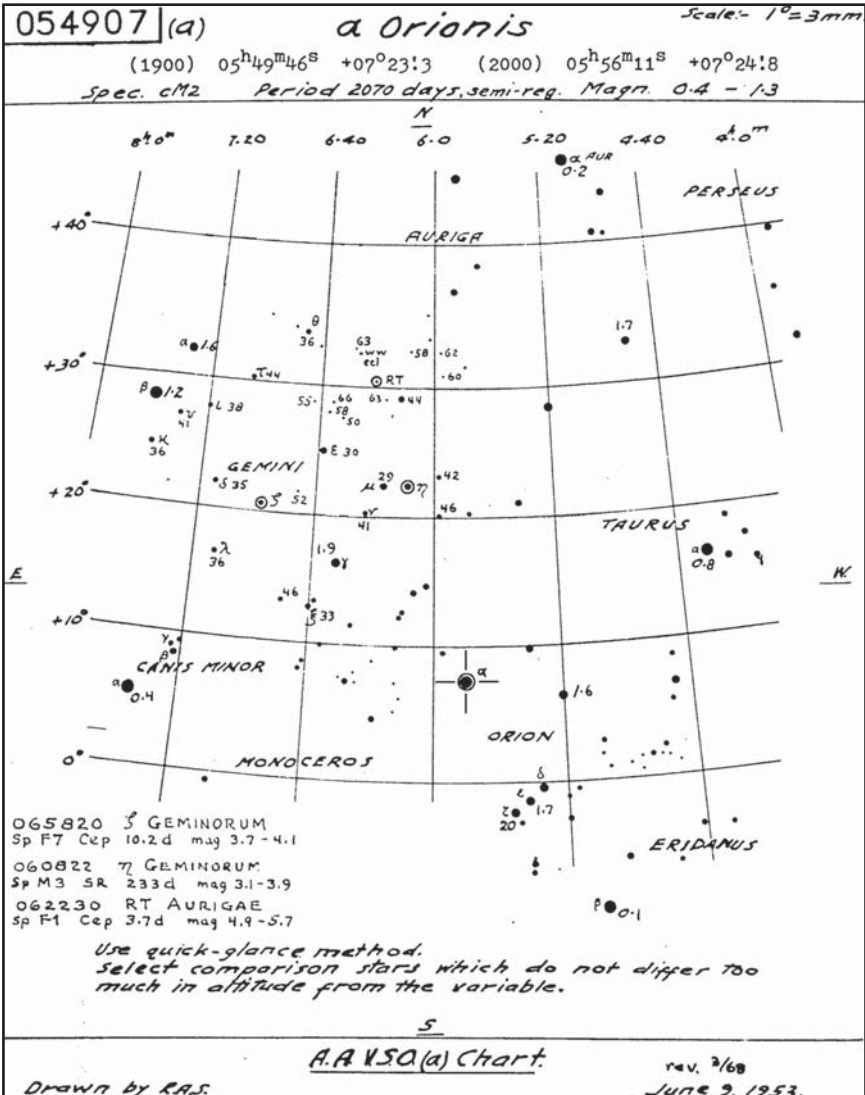
## 100 éve mérték meg a Betelgeuze átmérőjét

A Betelgeuze ( $\alpha$  Orionis) csillagképének második legfényesebb csillaga, ám a csillagászat történetében több tekintetben is e haldokló vörös óriást illeti az elsőség. 1920-ban a Wilson-hegyi 2,5 méteres távcsőre szerelt optikai interferométerrel Albert Michelson és Francis Pease első ízben mérték meg közvetlenül egy csillag, a Betelgeuze szögátmérőjét, amelynek értékére 0,044 ívmásodpercet kaptak. Ebből, távolságát ismerve kiszámíthatóvá vált a csillag valódi mérete. Jelenlegi ismereteink szerint, a HIPPARCOS műhold mérései alapján kalkulált 650 fényév távolságot alapul véve a csillag legkisebb átmérője a Napénak 550-szöröse (azaz 5,1 CSE), de néha 920-szoros napátmérőnyire is felfúvódik (8,5 CSE). Tömege „csupán” 12-17 naptömegnek felel meg, jóval hidegebb (mintegy 3600 K), ezáltal vörösebb, mint központi csillagunk. A Betelgeuze elsősorban infravörös hullámhosszakon sugároz (mérete ebben a tartományban még jelentősebb, mintegy 0,054”), sugárzó energiájának csupán 13%-a szabadul fel látható fény formájában.

A csillagok közötti hatalmas távolságok csak a legritkább esetben engedik meg, hogy közvetlen képet kapjunk egy csillag felszínéről. Ilyen bravúrra elsőként a Hubble-űrtávcső volt képes. 1995-ben az űrtávcső hatalmas forró területet tárt fel a Betelgeuze felszínén, ennek hőmérséklete 2000 kelvinnel volt magasabb, mint környezetéé. Jóval élesebb képet kaphattunk azonban a csillag felszínéről a Párizsi Obszervatórium Infrared Optical Telescope Array (IOTA) háromcsatornás interferométerével. A 2009-ben készült, H-sávú felvételek a csillag teljes fotoszférájának változásait, közte több szokatlanul nagy konvekciós cella mozgását rögzítették.

A Betelgeuze 1993-tól másfél évtizeden át fokozatosan összehúzódott, átmérője 15%-kal csökkent, mint az interferométeres mérések kezdetén. Ha az összehúzódás folytatódik, a csillag a nem túl távoli jövőben szupernóvává válik. Mindez életkorához képest (amely mindössze 8-9 millió év) rendkívül gyors csillagfejlődést mutat, így megfigyelése rendkívül fontos amatőrcsillagász feladat.

A Betelgeuze fényváltozásait az újkori csillagászok közül elsőként Sir John Frederick Herschel (1792–1871) mutatta ki 1836-ban. A szabálytalan, főként pulzációból adódó változások alapján a csillagot az SRC osztályba sorolják. A látszó fényessége jelenleg 0<sup>m</sup> és 1<sup>m</sup> között változik, de az elmúlt 100 évben több esetben (így főként az 1980-as években) tapasztalhattunk kiugró, 0<sup>m</sup>-t is meghaladó, illetve 2<sup>m</sup> alá süllyedő szélsőértékeket is. A változások nagyon lassúak, a főként amatőr észleléseket elemezve egy 423 napos fő periódus találtak a kutatók, de kimutatható egy 2060 napos, egy 150 napos és egy 300 napos ingadozás is. Mivel a Betelgeuze színe narancsos-vörös, így vizuális, szabadszemes becsléséhez összehasonlíthatóan elsősorban a 0,8<sup>m</sup>-s, szintén vörös Aldebarant ( $\alpha$  Tauri) ajánljuk. A csillag fényesebb állapotában jól használható összehasonlítóként a Procyon ( $\alpha$  Canis Minoris) és a Rigel ( $\beta$  Orionis), míg minimumban a Bellatrix ( $\gamma$  Ori) és a  $\psi$  Geminorum, de esetükben figyelembe kell venni a Purkinje-effektust, így a fényességbecslés során a csillagok csak rövid ideig szemlélendők.





*Louis G. Henyey*

## 50 éve hunyt el Louis George Henyey

(1910. február 3., McKees Rock –  
1970. február 18., Berkeley)

Henyey szülei Magyarországról vándoroltak ki Amerikába, de ő már Pennsylvániában született. Iskoláit Clevelandben végezte, majd Chicagóban, a Yerkes Observatoryban szerzett PhD-fokozatot. Eleinte Jesse Greensteinnel az interstelláris anyaggal foglalkozott: például csillagfény visszaverődése gáz-ködökről, e ködök hatása a háttérben levő csillagok fényére stb.

Legjelentősebb eredményei a csillagfejlődéshez kapcsolódnak. 1951–1952-ben egy évet töltött Princetonban, ahol Neumann János segítségével megismerkedett a számítógépekkel és a számítástechnikával. Ennek eredménye egy csillagfejlődési

kód lett, amelynek használata gyorsan elterjedt (L. G. Henyey, J. E. Forbes, N. L. Gould: „A New Method of Automatic Computation of Stellar Evolution”, *Astrophysical Journal* **139**, 306–317, 1964). Több cikket is közölt a csillagok evolúciójának különféle fázisairól, gyakran tanítványaival közösen (pl. L. G. Henyey, R. Lelevier, R. D. Levee: „Evolution of Main-Sequence Stars”, *Astrophysical Journal* **129**, 2–19, 1959). Mivel az ilyen munkákhoz nagy számítástechnikai kapacitás szükséges, Henyey meggyőzte munkahelyét, a berkeleyi University of Californiát egy számítóközpont létrehozásának szükségességéről, amelynek aztán ő lett az első igazgatója 1958-ban.

Egykori tanítványa, Peter Bodenheimer szerint Henyey „kiváló tudós volt, akit kevésbé érdekelt saját reputációjának építése, inkább másokat segített, és jobban érdekelt a tudományos pontosság, mint a gyors, felületes publikáció.”

Róla nevezték el az (1365) Henyey kisbolygót, és egy holdkráter is őrzi a nevét.

## 200 éve született Lewis Swift

(1820. feb. 29., Clarkson, NY –  
1913. jan. 5., Marathon, NY)

Az amerikai Lewis Swift a 19. század második felének egyik sikeres észlelőjeként számos üstökös és köd (ezek jelentős része galaxis) felfedezője. Csillagászati képzésben nem részesült, olvasmányai segítségével képezte magát. Az 1850-es években kezdett el megfigyeléseket végezni, első felfedezett üstököse ma a 109P/1862 O1 (Swift–Tuttle) nevet viseli. Ezt még további tizenkettő követte. William Herschel után ő fedezte fel a legtöbb ködöt, 1248-at. Munkáját később nagyban segítette Hulbert Harrington Warner (1842–1923) nagylelkű támogatása, akiről csillagdját – Warner Observatory – is elnevezte.



Az 1878. évi napfogyatkozás során úgy vélte, hogy felfedezte a feltételezett bolygót a Nap és a Merkúr között („Discovery of Vulcan”, *Nature* **18**, 539, 1878; „Supposed Discovery of Vulcan”, *The Observatory* **2**, 161–162, 1878). E felfedezést alátámasztani látszott James C. Watson, a michigani Ann Arbor obszervatórium igazgatójának észlelése is („Discovery of an Intra-Mercurial Planet”, *The American Journal of Science and Arts* **116**, 230–233, 1878). Más észlelők azonban nem látták a feltételezett bolygót, és C. H. F. Peters kritikája („Some Critical Remarks on So-Called Intra-Mercurial Planet Observations”, *Astronomische Nachrichten* **94**, 321–336, 337–340, 1878) valószínűsítette, hogy megfigyelési hibáról lehetett szó. Swift a 20. századik elején még elkezdett egy cikksorozatot, melyben a jégkorszakok létét tagadta („The So-Called Ice Age”, *Popular Astronomy* **10**, 88–90, 1902), de nem jutott tovább az első résznél.

Swift munkásságát számos díjjal ismerték el, tiszteletbeli doktori címet kapott a rochesteri egyetemtől, és a Royal Astronomical Society tagjai közé is beválasztották.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	5:06.2	Europa	áv
	5:26.9	Callisto	fk
7	5:10.4	Ganymedes	fk
8	5:00.7	Europa	ák
13	4:57.0	Io	áv
20	4:36.0	Io	ák
21	5:05.9	Io	mv
24	4:19.5	Europa	fk
26	4:05.6	Europa	ev
28	3:50.0	Io	fk
29	4:12.8	Io	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

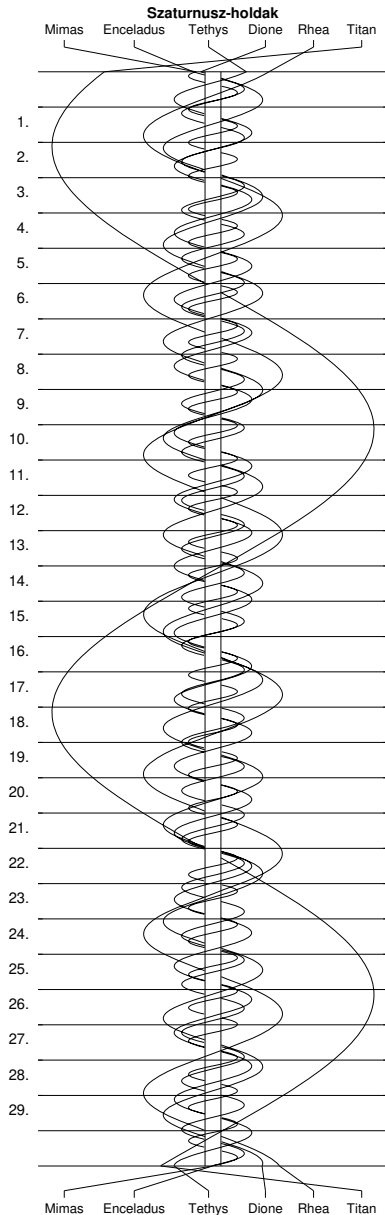
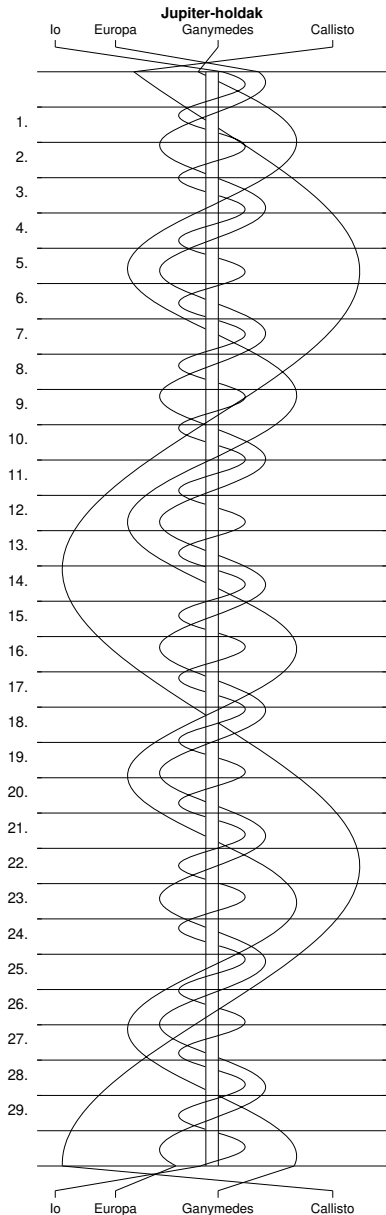
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





## Szökőnap, szökőév

A naptárkészítés régi problémája, hogy a tropikus év (vagyis a Nap tavaszponttól tavaszpontig tartó évi útjának időtartama) nem egész számú többszöröse az ezen út megtételéhez szükséges napok számának, ezért a csillagászati és a naptári év hossza nem esik egybe. A csillagászati év ugyanis 5 óra 48 perc 46,08 másodperccel hosszabb a kerekén 365·24 órával (= 8760) számolt naptári esztendőnél, ezért naptári évünket, hogy pontosan megfeleljen a tropikus évhossznak, rendre ki kell ezzel az értékkel egészíteni. Természetesen ezt a kiegészítést nem lehet évente elvégezni, mert a 0,2422 tízezred napot (ennyi a különbség napban kifejezett értéke) nem csatolhatjuk évente a december 31-i éjféli pillanathoz. Meg kell várni, amíg egy teljes napra növekszik az érték. De ilyen értéket sem találunk, mivel a 0,2422 tízezred többszörösei sem adnak pontosan 24 órát. Egyedül a négyes szorzó jöhet számításba, de az 5 óra 48 perc 46,08 másodperc négyszerese 23 óra 15 perc 4 másodperc. Évi 11 perc 14 másodperccel, négy-évi 44 perc 56 másodperccel kevesebb annál a 6, illetve 24 óránál, amit a szökőnappal évente, illetve négyévente a naptárunkhoz adunk. A szökőnapok beiktatásával 11 perc 14 másodperccel akaratlanul is meghosszabbítjuk a naptári éveinket, így miközben a tropikus évnél rövidebb naptári évünket a hitünk szerint a kellő mértékűre növeljük, ezzel az értékkel meg is nyújtjuk.

Ez a hihetetlenül kicsiny eltérés egy 400 éves ciklus alatt egy teljes napra növekszik. Ha ezt nem korrigálnánk, úgy a szökőnapok beiktatásával naptáraink négyévenként egy nappal hátrálnának, 400 évenként pedig egy nappal előre „ugranának”. Ha nem iktatnánk be szökőnapokat, akkor a négyévenként „megszökő” napok (innen a „szökőnap” elnevezés) egyre jobban eltávolítanak egymástól a tropikus évet a naptártól. A távolodó tropikus és a naptári évet azonos pozícióból újra indítjuk, de 400 évenként el kell hagynunk egy szökőnapot, hogy az említett akaratlan meghosszabbítást kiküszöböljük.

Február 24-e az a nap, amelyet a liturgikus naptárak, így A Magyar Naptárral Kiegészített Római Naptár szerint is szökőévben „kétszer kell mondani” – azaz írni, és amelyről a régi, a II. Vatikáni Zsinat előtti liturgikus naptárban Mátyás napját február 25-re tették („Mátyás ugrása”).

Ennek a régi római naptárra visszavezethető naptártörténeti okai vannak, amelyet a zsinat előtti egyházi gyakorlattal együtt mi is örököltünk. A szökőév latin neve, az anno bissextili, mensisbissextili szó szerint a kétszer hat(odik) nap éve, illetve hónapja. A régi római és az egyházi naptárban használt elnevezés, a „bisdiciturSextoKalendas” („SextoKalendas kétszer mondatik”) kifejezésből ered. A régi római naptárban ugyanis a szökőnapot a március első napját, a Kalendae-t (Kalendis) megelőző hatodik nap (a mi február 24-énk) kétszer „mondásával”, illetve írásával iktatták a naptárba, úgy, hogy február 24. után ismét február 24-et írtak, vagyis szükségszerűen kihagyták a március elseje (kalendae) előtti V. napot, a mi fogalmaink szerinti február 25-ét. Így lett a szökőévi február hónap 29 napos; nem pedig egy toldaléknapi egyszerű hozzáadásával.

A római gondolkodás számunkra igen különös: a napokat nem a hó elejétől előre, hanem a következő hónap első napjától visszafelé számolták! Mi azt mondjuk, pl., hogy 24 nap telt el a februárból, ők azt mondták, hogy a március elseje előtti hatodik nap van, vagyis még 6 nap van hátra március elsejéig. Mi visszafelé nézünk a hónapon belül, azt számoljuk, ami elmúlt, ők előre, a következő hónap felé tekintettek, azt számolták, hogy hány napnak kell eltelnie még a következő hónap első napjáig (a hónap elején pedig a Nonis-ig (a hó 9. napja) és az Idibus-ig (a hónap 15. napja).

$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$

# Kalendárium – március

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis
	kel, h m	delel, h m	nyugszik, h m	$h_d^\circ$	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik, h m	
1. v 61. 10. hét	6 23	11 56	17 29	35,2	-12,3	9 26	16 51	–	
2. h 62.	6 21	11 56	17 31	35,6	-12,1	9 55	17 39	0 27	☉ 20 57
3. k 63.	6 19	11 55	17 32	36	-11,9	10 31	18 30	1 33	
4. sz 64.	6 18	11 55	17 34	36,4	-11,7	11 16	19 25	2 37	
5. cs 65.	6 16	11 55	17 35	36,7	-11,5	12 12	20 23	3 36	
6. p 66.	6 14	11 55	17 37	37,1	-11,2	13 19	21 22	4 29	
7. sz 67.	6 12	11 55	17 38	37,5	-11,0	14 35	22 20	5 15	
8. v 68. 11. hét	6 10	11 54	17 40	37,9	-10,8	15 56	23 18	5 52	
9. h 69.	6 08	11 54	17 41	38,3	-10,5	17 20	–	6 24	☉ 18 48
10. k 70.	6 06	11 54	17 43	38,7	-10,3	18 43	0 14	6 52	
11. sz 71.	6 04	11 54	17 44	39,1	-10,0	20 06	1 08	7 18	
12. cs 72.	6 02	11 53	17 46	39,5	-9,7	21 27	2 02	7 44	
13. p 73.	6 00	11 53	17 47	39,9	-9,5	22 47	2 55	8 12	
14. sz 74.	5 58	11 53	17 49	40,3	-9,2	–	3 49	8 42	
15. v 75. 12. hét	5 56	11 52	17 50	40,7	-8,9	0 03	4 44	9 18	
16. h 76.	5 54	11 52	17 51	41,0	-8,6	1 14	5 39	10 00	☉ 10 34
17. k 77.	5 52	11 52	17 53	41,5	-8,3	2 17	6 34	10 49	
18. sz 78.	5 50	11 52	17 54	41,8	-8,0	3 11	7 27	11 45	
19. cs 79.	5 48	11 51	17 56	42,2	-7,7	3 55	8 18	12 46	
20. p 80.	5 46	11 51	17 57	42,6	-7,5	4 31	9 07	13 49	
21. sz 81.	5 44	11 51	17 59	43,0	-7,2	5 01	9 54	14 53	
22. v 82. 13. hét	5 42	11 50	18 00	43,4	-6,9	5 26	10 37	15 58	
23. h 83.	5 40	11 50	18 01	43,8	-6,6	5 47	11 19	17 01	
24. k 84.	5 38	11 50	18 03	44,2	-6,3	6 07	12 00	18 04	☉ 10 28
25. sz 85.	5 36	11 49	18 04	44,6	-6,0	6 26	12 41	19 06	
26. cs 86.	5 34	11 49	18 06	45,0	-5,7	6 45	13 22	20 10	
27. p 87.	5 32	11 49	18 07	45,4	-5,3	7 06	14 04	21 14	
28. sz 88.	5 30	11 49	18 08	45,8	-5,0	7 29	14 48	22 19	
29. v 89. 14. hét	5 28	11 48	18 10	46,2	-4,7	7 56	15 34	23 24	
30. h 90.	5 26	11 48	18 11	46,5	-4,4	8 28	16 24	–	
31. k 91.	5 24	11 48	18 13	46,9	-4,1	9 09	17 16	0 27	

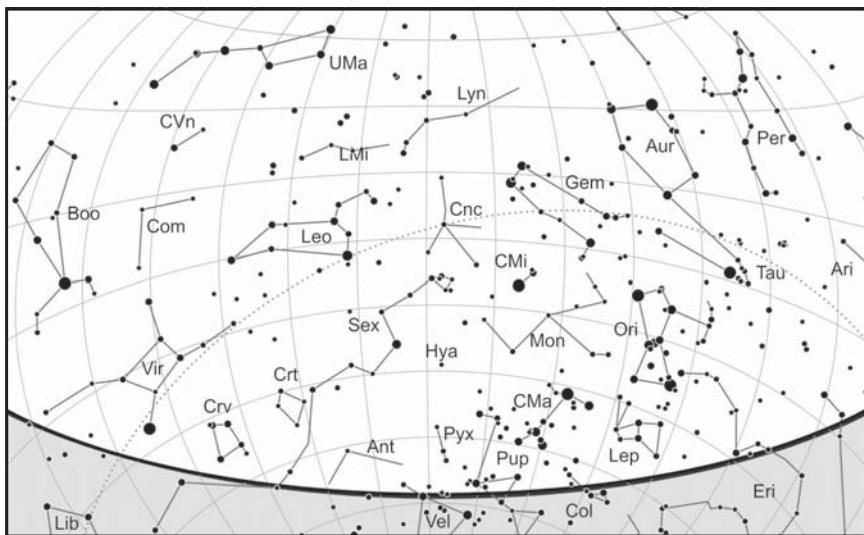
Nyári időszámítás kezdete március 29-én 2h KÖZEI-kor

## Március

3

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 458 544	10 34 03	Albin, Dávid
10. hét			
2.	2 458 545	10 38 00	Lujza, Henriett, Henrietta, Henrik, Károly
3.	2 458 546	10 41 56	Kornélia, Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár
4.	2 458 547	10 45 53	Kázmér, Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán
5.	2 458 548	10 49 49	Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia
6.	2 458 549	10 53 46	Leonóra, Inez, Ágnes, Elvira
7.	2 458 550	10 57 43	Tamás
8.	2 458 551	11 01 39	Zoltán, Apollónia, Beáta, János
11. hét			
9.	2 458 552	11 05 36	Franciska, Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka
10.	2 458 553	11 09 32	Ildikó, Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta
11.	2 458 554	11 13 29	Szilárd, Aladár, Borsika, Terézia, Tímea
12.	2 458 555	11 17 25	Gergely, Gergő, György
13.	2 458 556	11 21 22	Krisztián, Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán
14.	2 458 557	11 25 18	Matild
15.	2 458 558	11 29 15	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia
12. hét			
16.	2 458 559	11 33 12	Henrietta, Ábris, Bálint, Henrik, Valentin
17.	2 458 560	11 37 08	Gertrúd, Patrik, József
18.	2 458 561	11 41 05	Sándor, Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz
19.	2 458 562	11 45 01	József, Bánk
20.	2 458 563	11 48 58	Klaudia, Alexa, Alexandra, Irma
21.	2 458 564	11 52 54	Benedek, Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett
22.	2 458 565	11 56 51	Beáta, Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia
13. hét			
23.	2 458 566	12 00 47	Emőke, Ottó
24.	2 458 567	12 04 44	Gábor, Karina, Ella, Gabriella, Katalin
25.	2 458 568	12 08 41	Irén, Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária
26.	2 458 569	12 12 37	Emánuel, Dusan, Leonóra
27.	2 458 570	12 16 34	Hajnalka, Augusztá, Augusztina, János, Lidia
28.	2 458 571	12 20 30	Gedeon, Johanna, Hanna, János, Maja
29.	2 458 572	12 24 27	Augusztá, Augusztina
14. hét			
30.	2 458 573	12 28 23	Zalán
31.	2 458 574	12 32 20	Árpád, Ákos, Benjámin, Johanna, Kornélia

Messier-maraton: március 20–22. március 27–29.



*A déli égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** Napkelte előtt kereshető a keleti látóhatár közelében. Nincs megfigyelésre kedvező helyzetben. Noha 24-én van legnagyobb nyugati kitérésben,  $27,8^\circ$ -ra a Naptól, ekkor is csak háromnegyed órával kel korábban nála.

**Vénusz:** Magasan látszik az esti és kora éjszakai délnyugati égen mint ragyogó fehér fényű égitest. 24-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $46,1^\circ$ -ra a Naptól. A hónap folyamán több mint négy órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4,3^m$ -ról  $-4,5^m$ -ra, átmérője  $18,8''$ -ről  $25,2''$ -re nő, fázisa  $0,63$ -ról  $0,48$ -ra csökken.

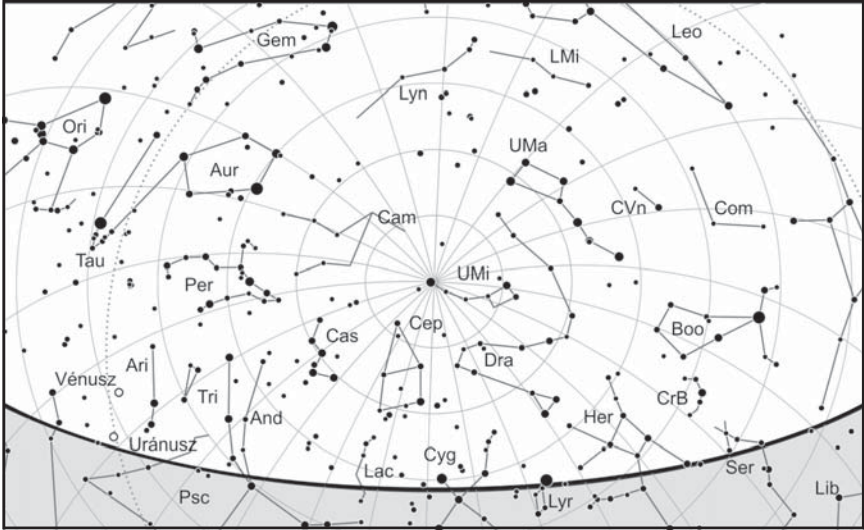
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Nyilas, majd 30-tól a Bak csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali délkeleti ég alján látható. Lassan fényesedik, fényessége  $1,1^m$ -ről  $0,8^m$ -ra, látszó átmérője  $5,5''$ -ről  $6,4''$ -re nő.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Kora hajnalban kel, a délkeleti ég alján látható mint ragyogó sárgásfehér fényű égitest. Fényessége  $-2,0^m$ , átmérője  $35''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Nyilas, majd 21-től a Bak csillagképben. Kora hajnalban kel, alacsonyan látszik a délkeleti-déli égen. Fényessége  $0,7^m$ , átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** A hónap nagy részében kereshető sötétedés után, este nyugszik. Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. 25-e után már nehéz a megpillantása az egyre közelebb látszó Nap alkonyati fénye miatt.

**Neptunusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 8-án felső együttállásban van a Nappal. Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



*Az északi égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
03.02.	4:14	a Marstól 25,6'-cel délnyugatra látható a 26 Sgr (6,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben
03.02.	19:57	első negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 30' 29")
03.03.	21:06	a Hold sűrűlve fedi a ZC 851-et a déli pereme mentén (6,4 magnitúdós, 60%-os, növekvő holdfázis) a Bika csillagképben
03.04.	8:47	a Hold maximális librációja ( $l = -7,88^\circ$ , $b = +0,40^\circ$ , 65,7%-os, növekvő holdfázis)
03.04.	19:59	az (5) Astraea kisbolygó (10,1 magnitúdós) 8'-cel északnyugatra látható a 79 Gem-től (6,5 magnitúdós)
03.05.	2:39	a (37) Fides kisbolygó (10,9 magnitúdós) 14'-cel északra látható a $\gamma$ Cnc-től (4,7 magnitúdós)
03.05.	4:21	a Jupitertől 11,9'-cel északnyugatra látható az 50 Sgr (5,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben
03.06.	18:00	a Hold 2,5°-kal északnyugatra a Praeseptől
03.08.	12:23	a Neptunusz együttállásban a Nappal
03.08.	18:24	a Vénusz és az Uránusz 2,2°-es közelsége az esti szürkületben a Kos csillagképben
03.09.	17:48	telehold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 33' 26")
03.09.	22:06	a Hold minimális librációja ( $l = -1,13^\circ$ , $b = -6,37^\circ$ , 99,8%-os, csökkenő holdfázis)
03.10.	1:21	a 99,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 8' 54"-re északra látható a v Virginis (4,0 magnitúdós)

Dátum	Idő	Esemény
03.10.	3:07	a (30) Urania kisbolygó (10,9 magnitúdós) 7'-cel délre látható a 48 Leo-tól (5,1 magnitúdós)
03.10.	6:36	a Hold földközelen (357117 km, látszó átmérő: 33' 27", 99,5%-os, csökkenő holdfázis)
03.10.	18:27	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,9 magnitúdós) 14'-cel keletre látható a 26 Ari-tól (6,1 magnitúdós)
03.10.	19:49	a Vénusztól 19,1'-cel keletre látható a 19 Ari (5,7 magnitúdós)
03.12.	0:04	a Hold mögül kilép a 80 Virginis (5,2 magnitúdós, 92%-os, csökkenő holdfázis)
03.13.	3:22	a Hold sűrűn fedti a ZC 2088-at a déli pereme mentén (6,2 magnitúdós, 83%-os, csökkenő holdfázis) a Mérleg csillagképben
03.13.	4:28	a Merkúr hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 3,0°, 0,8 magnitúdós, fázisa 32%
03.14.	2:02	a Hold mögül kilép a 34 Librae (5,8 magnitúdós, 74%-os, csökkenő holdfázis)
03.14.	3:24	a Hold mögül kilép a $\zeta$ Librae (5,5 magnitúdós, 74%-os, csökkenő holdfázis)
03.14.	17:59	a (27) Euterpe kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Szűz csillagkép)
03.14.	22:07	a Hold maximális librációja ( $l = +7,07^\circ$ , $b = -3,08^\circ$ , 65,9%-os, csökkenő holdfázis)
03.14.	23:59	a Hold mögül kilép a $\psi$ Ophiuchi (4,5 magnitúdós, 64%-os, csökkenő holdfázis)
03.15.	17:59	a Vénusztól 23,5'-cel keletre látható a 27 Ari (6,2 magnitúdós) az esti szürkületben
03.16.	6:32	a (78) Diana kisbolygó oppozícióban (10,5 magnitúdós, Oroszlán csillagkép)
03.16.	9:34	utolsó negyed (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 31' 14")
03.17.	3:07	a (6) Hebe kisbolygó (10,1 magnitúdós) 17'-cel délnyugatra látható az NGC 5248 galaxistól (10,3 magnitúdós) az Ökörhajcsár csillagképben
03.18.	4:18	a Mars 2,4°-ra északkeletre látható a 32,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
03.18.	4:18	a Jupiter 3,8°-ra északkeletre látható a 32,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
03.19.	3:40	a Szaturnusz 3,5°-ra északnyugatra látható a 23,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Nyilas/Bak csillagképekben
03.20.	3:50	tavaszi nap-éj egyenlőség
03.20.	4:14	a Mars és a Jupiter 43'-es közelsége a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
03.21.	4:12	a Merkúr 8,3°-ra északkeletre látható a 9,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Vízöntő csillagképben
03.21.	18:08	kedvező időpont a Messier-maratonra
03.22.	11:25	a Merkúr dichotómiája (27,7°-os nyugati elongáció, 7,6" látszó átmérő)
03.24.	2:06	a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (27,8°, 0,2 magnitúdós, 7,4" átmérő, 53% fázis, Vízöntő csillagkép)
03.24.	2:59	a (7) Iris kisbolygó (10,9 magnitúdós) 31'-cel északra látható az M22 gömbhalmaztól (NGC 6656, 5,2 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
03.24.	5:31	a (71) Niobe kisbolygó oppozícióban (10,5 magnitúdós, Északi Vízikígyó csillagkép)
03.24.	9:28	újhold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 29' 23"), a 2020-as év legkisebb újholdja
03.24.	15:40	a Hold földtávolban (406694 km, látszó átmérő: 29' 22", 0,1%-os, növekvő holdfázis)

Dátum	Idő	Esemény
03.24.	17:36	a Vénusz kedvező esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 36,4°, -4,4 magnitúdós, fázisa 51%
03.24.	22:14	a Vénusz legnagyobb keleti elongációja (46,1°, -4,5 magnitúdós, 23,5" átmérő, 51% fázis, Kos csillagkép)
03.25.	17:23	31 óra 55 perces holdsarló 6,4° magasan az esti égen
03.26.	2:42	a (2) Pallas kisbolygó (10,3 magnitúdós) 10'-cel északra látható az $\omega^1$ Aql-tól (6,0 magnitúdós)
03.26.	2:47	a (2) Pallas kisbolygó (10,3 magnitúdós) 12'-cel délre látható az $\omega^1$ Aql-tól (5,3 magnitúdós)
03.26.	17:37	a Vénusztól 27,3'-cel délnyugatra látható a $\zeta$ Ari (4,9 magnitúdós)
03.26.	21:52	a Hold minimális librációja ( $l = -3,17^\circ$ , $b = +5,65^\circ$ , 5,8%-os, növekvő holdfázis)
03.27.	1:15	a Vénusz dichotómiája (46,1°-os keleti elongáció, 24,1" látszó átmérő)
03.28.	17:42	a Vénusz 6,8°-ra északra látható a 16,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kos/Bika csillagképekben
03.28.	18:19	kedvező időpont a Messier-maratonra
03.29.	17:43	a 24,1%-os, növekvő fázisú Holdtól 3,1° távolságra délre látható a Hyadok nyílt-halmaz (0,5 magnitúdós) a Bika csillagképben
03.29.	19:41	a Hold mögé belép az $\epsilon$ Tauri (3,5 magnitúdós, 24%-os, növekvő holdfázis), kilépés 20:42 UT-kor
03.30.	19:24	a 33,6%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 12' 8"-re északra látható a 109 Tauri (5,0 magnitúdós)
03.30.	22:58	a Hold mögé belép a 114 Tauri (4,9 magnitúdós, 35%-os, növekvő holdfázis)
03.31.	21:42	a 44,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 2' 18"-re északra látható a 12 Geminorum (7,0 magnitúdós)

### Az $\epsilon$ Tauri fedése március 29-én

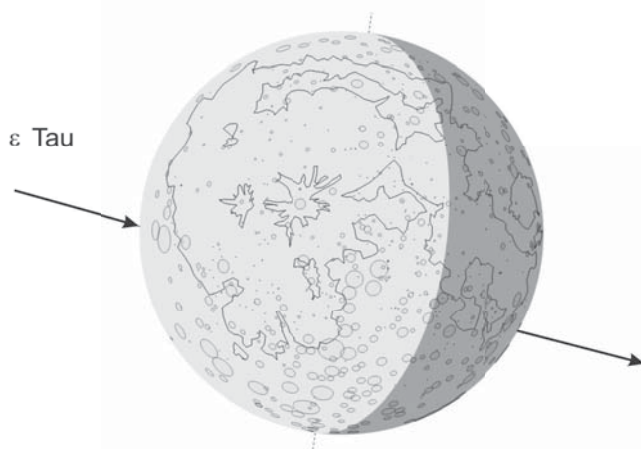
Az elmúlt években megszoktuk a Hold látványát a Hyadokban, több Aldebaran-fedést is megfigyelhattunk. Tavaly már a holdpálya kicsit északabbi deklinációkat is elért, most viszont a háromszög alakú csillaghalmaz legészakibb csúcsán ülő  $\epsilon$  Tau kerül a Hold mögé. Égi kísérőnk fázisa 24%-os, növekvő, így hálás fotótéma lehet a hamuszürke fényben ragyogó felszín és a Hyadok. A csillag 3,5 magnitúdós, így akár szabad szemmel is megfigyelhetjük a jelenséget, legalábbis a belépést.

Eltűnéskor a Nap már 20°-kal lesz a horizont alatt, miközben a Hold 25°-kal fölötté. Az árnyékban lévő holdperem jól látható lesz a kis megvilágítottság miatt, így a csillagot könnyen tudjuk követni, ahogy közeledik a Holdhoz. A pozíciószög 90-100° közötti, így a kilépésre egy órát kell várnunk. A megvilágított peremen a Langrenus-kráter közelében bukkan majd elő a csillag. A terminátor déli csúcsához közelebb, attól 70-80°-ra fog megjelenni.



Az  $\epsilon$  Tauri március 29-i fedésének adatai néhány magyarországi városra

hely	eltűnés					előbukkanás				
	UT h m s	Hold Alt	CA °	PA °		UT h m s	Hold Alt	CA °	PA °	
Sopron	19 40 14	26	76S	97		20 41 36	16	-74S	247	
Szombathely	19 41 4	26	74S	98		20 42 0	16	-73S	246	
Zalaegerszeg	19 41 50	26	73S	99		20 42 20	15	-72S	245	
Győr	19 40 38	25	76S	96		20 41 49	15	-75S	248	
Kaposvár	19 43 2	25	72S	100		20 42 56	15	-72S	244	
Veszprém	19 41 44	25	75S	98		20 42 25	15	-74S	247	
Tatabánya	19 40 56	25	76S	96		20 41 58	15	-75S	248	
Pécs	19 43 42	24	72S	101		20 43 15	14	-71S	244	
Székesfehérvár	19 41 45	25	75S	97		20 42 24	14	-74S	247	
Szekszárd	19 43 22	24	73S	100		20 43 8	14	-72S	245	
Paks	19 42 55	24	74S	99		20 42 58	14	-73S	246	
Budapest	19 41 25	24	77S	96		20 42 14	14	-76S	249	
Kecskemét	19 42 39	24	75S	97		20 42 51	13	-75S	248	
Salgótarján	19 40 41	24	79S	93		20 41 48	14	-78S	251	
Szeged	19 43 58	23	74S	99		20 43 29	13	-73S	246	
Miskolc	19 41 0	23	80S	93		20 41 54	13	-79S	252	
Debrecen	19 42 8	22	79S	94		20 42 32	12	-78S	251	
Nyíregyháza	19 41 31	22	80S	93		20 42 8	12	-79S	252	



## Üstökös

**C/2017 T2 (PANSTARRS).** A májusi napközelsége felé tartó, 9 és 8,5 magnitúdó között fényesedő üstökös az éjszaka bármely szakában megfigyelhető a Cassiopeia csillagkép keleti felében. Északkeleti irányú sajátmozgása a hónap folyamán 0,5"/percről 1"/percre nő, de még így is könnyű fototémának ígérkezik, miközben a hónap elején a téli Tejút halvány diffúz ködei előtt észlelhetjük. A hónap első estéjén szeli át a Tejút fősíkját, 6-án este lesz legközelebb az LBN 641 köd (HII régió) centrumához, míg 28-án este alig 5 ívpercre fotózhatjuk a kisméretű, sötét ködök által ölelt vdB 8 reflexiós ködtől, amely egy 9 magnitúdós csillag fényét tükrözi vissza.

3

C/2017 T2 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
03.01.	02 09 09	+61 20 12	1,741	1,834	79	8,8
03.11.	02 18 18	+63 18 07	1,763	1,776	74	8,7
03.21.	02 34 04	+65 42 09	1,772	1,725	71	8,6
03.31.	02 58 37	+68 29 18	1,769	1,683	69	8,5

## A Hold csillagfedései

dátum		UT			J	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	fázis	h	CA	PA	
03	01	17	27	49	be	93615	7,2	39+	54	85S	84
03	01	21	9	7	be	581	6,8	40+	21	18S	151
03	03	18	44	59	be	75822	7,0	59+	61	80N	78
03	03	18	45	4	be	843	7,0	59+	61	80N	78
03	03	20	53	41	be	851	6,4	60+	43	18S	160
03	04	13	1	6	be	976	2,9	68+	24	55S	127
03	04	13	42	52	ki	976	2,9	68+	31	-31S	213
03	04	20	19	6	be	1014	7,0	70+	57	66N	69
03	04	21	18	44	be	78561	7,4	70+	48	13S	171
03	05	0	16	59	be	1033	6,8	72+	20	85N	89
03	05	18	11	51	be	1144	6,6	79+	62	45N	54
03	05	21	8	16	be	1152	7,0	80+	58	36S	154
03	05	23	16	48	be	79615	7,6	81+	38	20S	171
03	05	23	26	39	be	79628	7,1	81+	37	69S	122
03	05	23	40	41	be	1167	6,3	81+	35	67N	77
03	06	22	5	35	be	1304	6,8	89+	56	88S	109
03	07	0	29	27	be	1313	7,6	89+	35	69S	129
03	12	0	4	24	ki	1950	5,7	92-	36	39N	336
03	14	2	1	34	ki	2213	5,8	74-	25	74S	267
03	14	3	24	1	ki	2218	5,5	74-	25	75S	268
03	14	4	35	29	ki	159358	7,2	73-	21	56S	248

dátum		UT			J	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	fázis	h	CA	PA	
03	14	23	59	30	ki	2353	4,5	64-	7	79S	268
03	18	3	8	31	ki	2823	6,8	32-	6	85N	268
03	26	18	54	52	be	303	6,4	5+	2	46N	36
03	27	18	58	10	be	93137	8,5	10+	11	69S	100
03	28	19	56	46	be	93537	8,7	16+	12	56S	114
03	29	17	34	17	be	93915	7,4	24+	45	51S	121
03	29	17	37	28	be	654	6,0	24+	44	81S	92
03	29	18	49	54	be	93940	7,9	24+	33	76S	96
03	29	19	41	25	be	668	3,5	24+	24	77S	96
03	29	20	42	14	ki	668	3,5	25+	14	-76S	249
03	29	21	45	38	be	93998	7,4	25+	5	85S	88
03	30	18	28	44	be	791	7,3	33+	46	48N	44
03	30	22	57	40	be	817	4,9	35+	3	28N	26
03	31	17	20	43	be	78094	7,2	43+	63	48N	49
03	31	17	29	54	be	942	6,5	43+	62	61S	120
03	31	19	42	14	be	78158	8,3	43+	44	51N	52
03	31	21	2	46	be	78211	7,9	44+	30	88N	90

## A Hold és a Praesepe

Ebben az évben a Hold és a Praesepe (M44) tágabb együttállásait figyelhetjük meg, közülük a március 6-án este megfigyelhető esemény viszonylag szorosabb lesz. A 87%-ban megvilágított, majdnem telihold 2,5°-ra lesz látható a halmaz középpontjától északnyugatra.

Bár nem különösebben szoros, de igen látványos lesz a Jupiter, a Mars és a Hold március 18-i együttállása hajnalban (04:00 UT), amikor a három égitest egy 4° hosszú vonal mentén helyezkedik majd el a horizont felett 13°-kal.

## Évfordulók

### 150 éve született Eugène Michael Antoniadi

(1870. március 1., Konstantinápoly – 1944. február 10., Párizs)

Eugène Michael Antoniadi görög csillagász szülővárosában kezdett csillagászati megfigyelésekkel foglalkozni. Észleléseit a francia *L'Astronomie*-hoz küldte be. Amikor II. Abdul-Hamid szultán uralkodása alatt a körülmények rosszra fordultak, Antoniadi Franciaországba költözött, és Flammarion segédje lett annak csillagdájában. Főleg bolygókat figyelt meg, közülük is a Mars volt a kedvenc objektuma.



1896-ban a British Astronomical Association Mars-szekciójának vezetője lett. Kapcsolata Flammarionnal megromlott, és végül Antoniadi önállósította magát. Házassága révén anyagiilag függetlenné vált, és a csillagászatra koncentrálni tudott. 1909-ben a Mars-oppozíció alkalmával igen pontos rajzokat készített a bolygóról. Nem sokkal utána a Meudon Observatórium igazgatója, Henri Deslandres meghívta az intézménybe, hogy ott folytassa megfigyeléseit.

Antoniadi igen alaposan ismerte a Mars felszínét, és meg volt győződve, hogy az ún. csatornák nem léteznek. Legfontosabb műve is ezzel kapcsolatos: *La planète Mars, 1659-1929* (Paris: Hermann & Cie, 1930). Ebben, számos rajzzal és térképpel illusztrálva, meudoni megfigyeléseiről számol be. Néhány évvel később hasonló könyvet írt a Merkúrról – *La Planète Mercure et la rotation des satellites* (Paris: Gauthier-Villars, 1934) – és a csillagászat más területét érintve, az egyiptomi csillagászatról is: *L'Astronomie égyptienne: depuis les temps les plus reculés jusqu'à la fin de l'époque Alexandrine* (Paris: Gauthier-Villars, 1934).

Nevét egy-egy kráter őrzi a Holdon és a Marson, továbbá az Antoniadi Dorsum a Merkúr felszínén.

## 200 éve alapították meg a Royal Astronomical Society-t

A Királyi Csillagászati Társaság megalapításának ötlete 1820. január 12-én merült fel 14 gentleman londoni vacsoráján, társalgás közben. Az elképzelést tett követte, és a Társaság 1820. március 10-én tartotta meg alakuló ülését. William Herschel vállalta az elnök tisztségét, a későbbiek folyamán fia, John Herschel háromszor is betöltötte ezt a funkciót (1827–1829, 1839–1841, 1847–1849). Hosszas tárgyalások után 1831. március 7-én Királyi Szabadalomlevelet (Royal Charter) kaptak, és IV. Vilmos a Társaság patrónusa lett.

A Társaság célja a csillagászat tudományának előremozdítása volt. A kezdetektől fogva rendelkeztek könyvtárral, amelyben ma kb. 14 ezer 1850 után és háromezer-ötszáz 1850 előtt publikált könyv található számos folyóirat bekezdett évfolyamaival. Saját publikációik is vannak. 1827 óta jelenik meg a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS) – nevével ellentétben már havonta háromszor. A *Geophysical Supplement* 1958-ban önálló folyóirattá vált (*Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*), ez ma már két másik folyóirattal egyesülve *Geophysical Journal International* néven jelenik meg. 1960 és 1996 között publikálták negyedévente a *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*-t, amelynek általánosabb volt a tartalma, geofizikától kezdve csillagásztörténetig számos érdekes cikk jelent meg benne. 1997-től a lap *Astronomy & Geophysics* néven színes magazinként jelenik meg. A hosszabb cikkeket pedig az 1822 és 1977 között kiadott *Memoirs of the Royal Society*-ben találjuk.

A csillagászat támogatásának egyik eszköze, hogy a Társaság rendszeresen hirdet pályázatot, fiatal vagy külföldi csillagászok munkáját elősegítve. Számos rendezvényt is szerveznek,



ezek közül a legrégebbi az október és május között minden hónapban megtartott gyűlés. Régen ezekről a *MNRAS*-ban volt olvasható beszámoló, ezt a feladatot ma már az *Observatory* c. folyóirat látja el.

A Társaságnak ma kb. 4000 tagja van, a tagok negyede külföldi. Voltak magyar tagjai is, például Konkoly Thege Miklós és a Gothard testvérek, Jenő és Sándor.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
4	4:06.2	Europa	ek
	4:44.4	Europa	áv
7	3:55.7	Io	ek
	4:34.3	Ganymedes	mv
8	3:33.0	Io	mv
13	3:51.1	Europa	mv
14	3:34.4	Callisto	áv
	4:07.6	Ganymedes	fv
16	2:38.7	Io	ev
22	3:58.7	Io	fk
23	2:20.1	Io	ek
	3:22.7	Io	áv
27	3:57.7	Europa	fk
29	1:44.7	Europa	áv
30	3:01.5	Io	ák

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

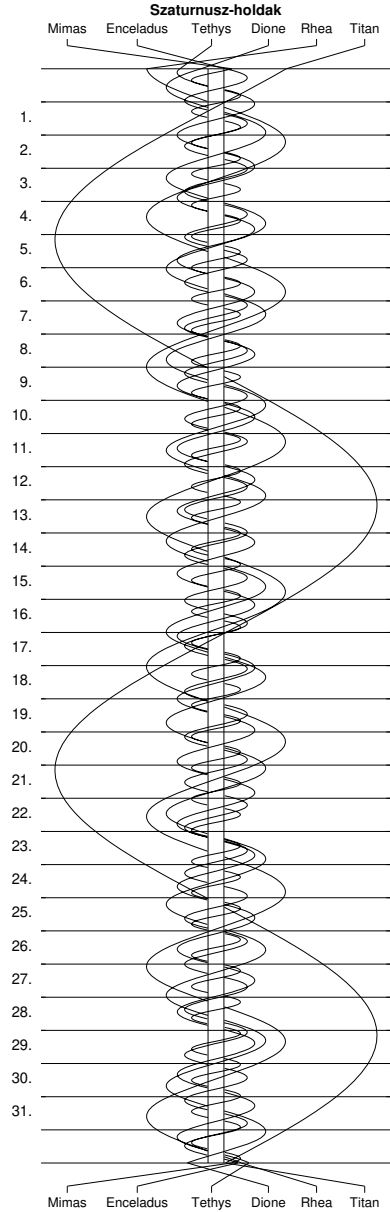
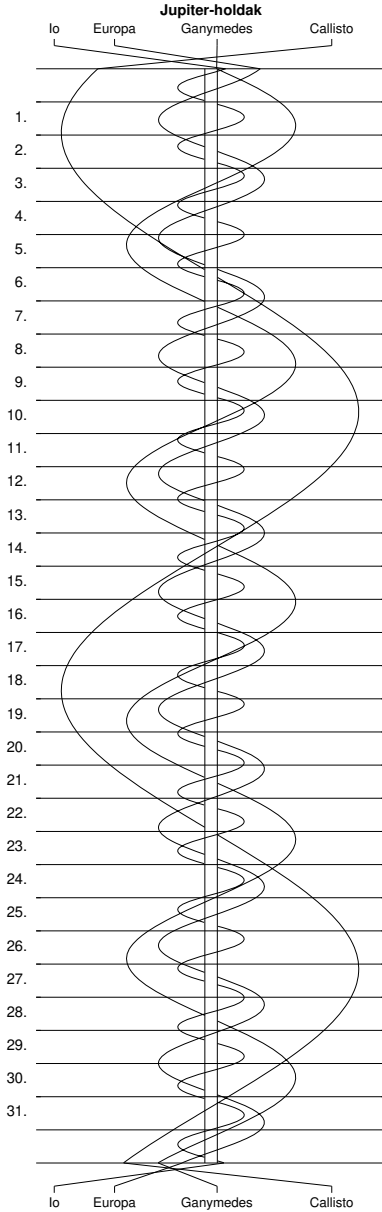
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$

# Kalendárium – április

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis
	kel, h m	delel, h m	nyugszik, h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik, h m	
1. sz 92.	5 22	11 47	18 14	47,3	-3,9	9 59	18 11	1 28	☉ 11 21
2. cs 93.	5 20	11 47	18 16	47,7	-3,6	10 59	19 08	2 22	
3. p 94.	5 18	11 47	18 17	48,1	-3,3	12 09	20 04	3 08	
4. sz 95.	5 16	11 47	18 18	48,5	-3,0	13 26	21 01	3 48	
5. v 96.	5 14	11 46	18 20	48,9	-2,7	14 47	21 56	4 21	
15. hét									
6. h 97.	5 12	11 46	18 21	49,2	-2,4	16 10	22 50	4 50	☉ 3 35
7. k 98.	5 10	11 46	18 23	49,6	-2,1	17 33	23 44	5 16	
8. sz 99.	5 08	11 45	18 24	50,0	-1,8	18 57	–	5 42	
9. cs 100.	5 06	11 45	18 25	50,4	-1,6	20 20	0 39	6 08	
10. p 101.	5 04	11 45	18 27	50,7	-1,3	21 41	1 34	6 38	
11. sz 102.	5 02	11 45	18 28	51,1	-1,0	22 58	2 30	7 12	☉ 23 56
12. v 103.	5 00	11 44	18 30	51,5	-0,8	–	3 28	7 52	
16. hét									
13. h 104.	4 58	11 44	18 31	51,8	-0,5	0 07	4 25	8 40	
14. k 105.	4 56	11 44	18 32	52,2	-0,3	1 07	5 20	9 35	
15. sz 106.	4 54	11 44	18 34	52,5	0,0	1 55	6 14	10 36	☉ 3 26
16. cs 107.	4 52	11 43	18 35	52,9	0,2	2 34	7 04	11 40	
17. p 108.	4 51	11 43	18 37	53,2	0,4	3 06	7 52	12 45	
18. sz 109.	4 49	11 43	18 38	53,6	0,7	3 32	8 36	13 49	
19. v 110.	4 47	11 43	18 39	53,9	0,9	3 54	9 19	14 53	
17. hét									
20. h 111.	4 45	11 42	18 41	54,3	1,1	4 14	10 00	15 56	☉ 21 38
21. k 112.	4 43	11 42	18 42	54,6	1,3	4 33	10 40	16 59	
22. sz 113.	4 41	11 42	18 44	54,9	1,5	4 52	11 21	18 02	
23. cs 114.	4 40	11 42	18 45	55,3	1,7	5 11	12 02	19 06	
24. p 115.	4 38	11 42	18 47	55,6	1,9	5 33	12 46	20 11	
25. sz 116.	4 36	11 42	18 48	55,9	2,0	5 59	13 32	21 17	☉ 21 38
26. v 117.	4 34	11 41	18 49	56,2	2,2	6 29	14 21	22 22	
18. hét									
27. h 118.	4 33	11 41	18 51	56,6	2,4	7 07	15 12	23 23	
28. k 119.	4 31	11 41	18 52	56,9	2,5	7 53	16 06	–	
29. sz 120.	4 29	11 41	18 53	57,2	2,6	8 49	17 01	0 19	
30. cs 121.	4 28	11 41	18 55	57,5	2,8	9 54	17 56	1 07	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

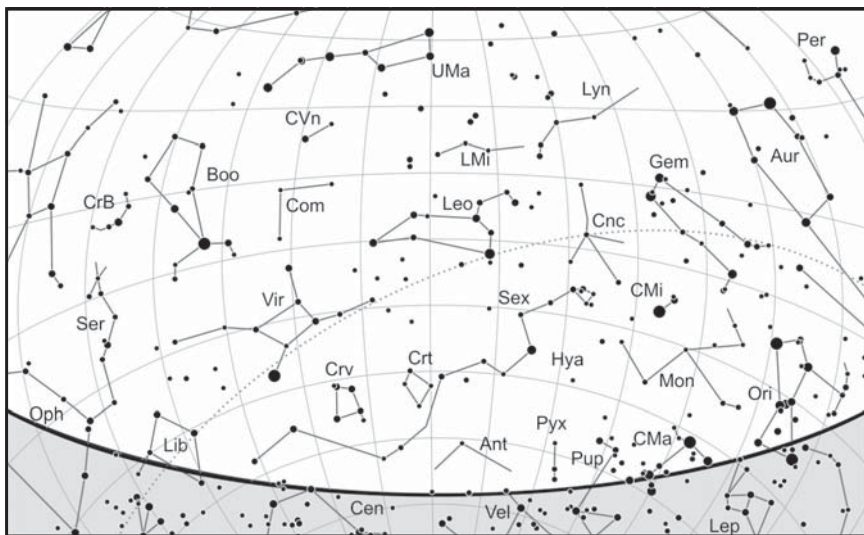
## Április

4

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 458 941	12 39 16	Hugó, Pál
2.	2 458 942	12 43 12	Áron, Ferenc, Mária, Tünde
3.	2 458 943	12 47 09	Buda, Richárd, Irén, Irina
4.	2 458 944	12 51 05	Izidor
5.	2 458 945	12 55 02	Vince, Irén, Irina, Julianna, Teodóra
15. hét			
6.	2 458 946	12 58 58	Vilmos, Biborka, Dénes
7.	2 458 947	13 02 55	Herman, Armand, Ármin, Árpád, József, Mária
8.	2 458 948	13 06 52	Dénes, Júlia, Valter
9.	2 458 949	13 10 48	Erhard, Dusan, Vince
10.	2 458 950	13 14 45	<i>Nagypéntek</i> ; Zsolt
11.	2 458 951	13 18 41	Leó, Szaniszló, Ariel, Glória, Leona
12.	2 458 952	13 22 38	<i>Húsvét</i> ; Gyula, Csaba, Csanád, Szilárd
16. hét			
13.	2 458 953	13 26 34	<i>Húsvét</i> ; Ida, Hermina, Martin, Márton
14.	2 458 954	13 30 31	Tibor, Benedek, Gusztáv, Lídia
15.	2 458 955	13 34 27	Anasztázia, Tas
16.	2 458 956	13 38 24	Csongor, Benedek, Bernadett, Enikő, József
17.	2 458 957	13 42 21	Rudolf, Anastázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső
18.	2 458 958	13 46 17	Andrea, Ilma, Aladár, Hermina
19.	2 458 959	13 50 14	Emma, Malvin
17. hét			
20.	2 458 960	13 54 10	Tivadar, Aladár, Odett, Tihamér
21.	2 458 961	13 58 07	Konrád, Zsombor
22.	2 458 962	14 02 03	Csilla, Noémi
23.	2 458 963	14 06 00	Béla, Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor
24.	2 458 964	14 09 56	György, Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon
25.	2 458 965	14 13 53	Márk, Ervin
26.	2 458 966	14 17 50	Ervin, Marcell, Mária, Tihamér
18. hét			
27.	2 458 967	14 21 46	Zita, Mariann, Marianna, Péter
28.	2 458 968	14 25 43	Valéria, Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra
29.	2 458 969	14 29 39	Péter, Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér
30.	2 458 970	14 33 36	Katalin, Kitty, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia

Az űrhajózás világnapja: április 12.





*A déli égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első felében kereshető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében, de nagyon kedvezőtlen a láthatósága. 1-jén még háromnegyed órával kel a Nap előtt, és ez az érték fokozatosan romlik, 15-ére eltűnik a kelő nap fényében. Ezután május 9-ig nem figyelhető meg.

**Vénusz:** Napnyugta után látható a nyugati égen, magasan ragyog a látóhatár felett. Sokáig észlelhető, közel négy órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4,5^m$ -ról  $-4,7^m$ -ra nő, 30-án éri el legnagyobb fényességét. Az átmérője  $25,5''$ -ről  $38,3''$ -re nő, fázisa  $0,47$ -ről  $0,26$ -ra csökken.

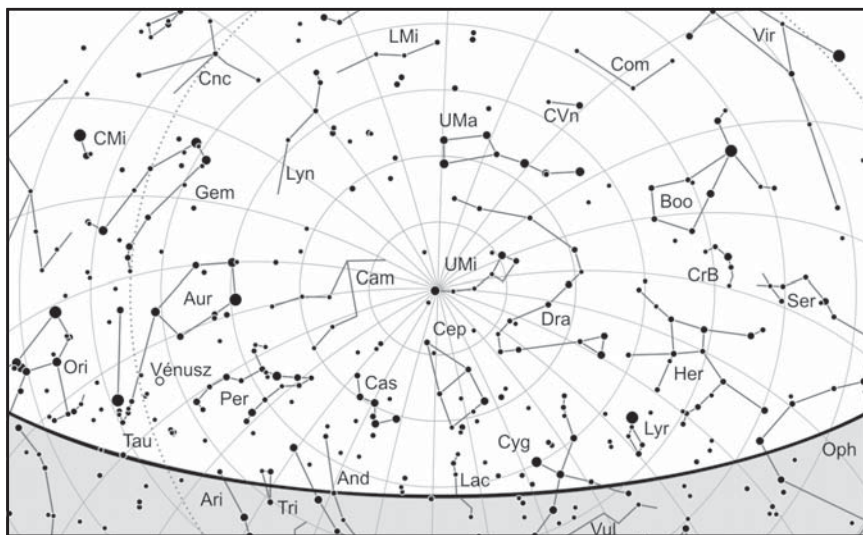
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Kora hajnalban kel, a délkeleti ég alján látható. A láthatósága eddig nem javult, mivel egyre korábban kel, de a Nap is egyre hamarabb kel fel, a két hatás kioltja egymást. Fényessége egyre gyorsabban nő,  $0,8^m$ -ról  $0,4^m$ -ra, látszó átmérője  $6,4''$ -ről  $7,6''$ -re változik.

**Jupiter:** A Nyilas csillagképben végzett előretartó mozgása fokozatosan lassul. Éjfél után kel, az éjszaka második felében kitűnően megfigyelhető a délkeleti-déli égen ragyogó, sárgásfehér fényű égitestként. Fényessége  $-2,2^m$ , átmérője  $39''$ .

**Szaturnusz:** Egyre lassuló előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében figyelhető meg alacsonyan a délkeleti-déli égen. Fényessége  $0,6^m$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 26-án együttállásban van a Nappal. Továbbra is előretartó mozgást végez a Kos csillagképben.

**Neptunusz:** Csak a hónap utolsó napjaiban kísérelhető meg felkeresése a Vízöntő csillagképben, ahol továbbra is előretartó mozgást végez.



*Az északi égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
04.01.	3:12	a Mars és a Szaturnusz 56'-es közelsége a hajnali szürkületben a Bak csillagképben
04.01.	10:21	első negyed (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 31' 7")
04.02.	0:14	a Hold mögé belép az 58 Geminorum (6,2 magnitúdós, 56%-os, növekvő holdfázis)
04.02.	13:46	a (3) Juno kisbolygó oppozícióban (9,5 magnitúdós, Szűz csillagkép)
04.03.	2:03	a Hold maximális librációja ( $l = -7,59^\circ$ , $b = -3,41^\circ$ , 67,7%-os, növekvő holdfázis)
04.03.	19:06	a Vénusztól 19,1'-cel északra látható az $\eta$ Tau (2,9 magnitúdós)
04.03.	19:09	a (6) Hebe kisbolygó oppozícióban (9,9 magnitúdós, Szűz csillagkép)
04.03.	18:55	a Vénusztól 19'-cel északra látható a Fiastyúk nyílthalmaz (M45, 1,2 magnitúdós) a Bika csillagképben
04.07.	18:15	a Hold földközeli (356909 km, látszó átmérő: 33' 28", 99,8%-os, növekvő holdfázis)
04.08.	2:35	telehold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 33' 28"), a 2020-as év legnagyobb teleholdja
04.08.	19:40	a Hold minimális librációja ( $l = +2,25^\circ$ , $b = -5,80^\circ$ , 99,1%-os, csökkenő holdfázis)
04.08.	20:00	a (78) Diana kisbolygó (11,3 magnitúdós) 11'-cel északra látható a $\phi$ Leo-tól (4,5 magnitúdós)
04.09.	1:28	a Hold mögül kilép a 95 Virginis (5,5 magnitúdós, 99%-os, csökkenő holdfázis)

Dátum	Idő	Esemény
04.09.	19:20	a (4) Vesta kisbolygó (8,4 magnitúdós) 6'-cel délkeletre látható Hind változó kódétől (NGC 1555) a Bika csillagképben
04.11.	2:27	a 87,3%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 11' 19"-re délre látható a $\beta^1$ Scorpii (4,9 magnitúdós)
04.12.	16:02	a (354) Eleonora kisbolygó oppozícióban (10,1 magnitúdós, Örkörhajcsár csillagkép)
04.13.	2:19	a Hold mögül kilép a 9 Sagittarii (5,9 magnitúdós, 69%-os, csökkenő holdfázis)
04.13.	19:06	a Vénusztól 22,1'-cel délre látható a $\chi$ Tau (5,4 magnitúdós) az esti szürkületben
04.14.	13:40	a Hold maximális librációja ( $l = +7,30^\circ$ , $b = +2,16^\circ$ , 54,1%-os, csökkenő holdfázis)
04.14.	22:56	utolsó negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 30' 37")
04.15.	1:41	a Jupiter 3,2°-ra északnyugatra látható a 48,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben
04.15.	3:20	a Szaturnusz 4,7°-ra északkeletre látható a 48,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Bak/Nyilas csillagképekben
04.16.	3:18	a Mars 2,9°-ra északra látható a 38,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Bak csillagképben
04.17.	2:00	a (7) Iris kisbolygó (10,6 magnitúdós) 12'-cel északnyugatra látható az NGC 6717 gömbhalmaztól (8,4 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
04.18.	1:55	a (7) Iris kisbolygó (10,6 magnitúdós) 9'-cel északra látható a $v^2$ Sgr-től (5,0 magnitúdós)
04.18.	19:28	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,9 magnitúdós) 2'-cel északra látható a 16 Tau-tól (5,5 magnitúdós)
04.19.	18:55	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,9 magnitúdós) 18'-cel északra látható a Fiastyúktól (M45, 1,2 magnitúdós) a Bika csillagképben
04.20.	1:45	a (129) Antigone kisbolygó (11,2 magnitúdós) 7'-cel délre látható a 37 Aql-tól (5,1 magnitúdós)
04.20.	19:13	a Hold földtávolban (406446 km, látszó átmérő: 29' 23", 4,8%-os, csökkenő holdfázis)
04.23.	2:26	újhold (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 29' 32")
04.23.	10:52	a (40) Harmonia kisbolygó oppozícióban (9,5 magnitúdós, Szűz csillagkép)
04.24.	2:32	a Marstól 12,6'-cel délre látható a 31 Cap (7,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben
04.24.	14:34	a (23) Thalia kisbolygó oppozícióban (9,9 magnitúdós, Szűz csillagkép)
04.24.	18:07	39 óra 41 perces holdsarló 9,2° magasan az esti égen
04.24.	23:23	a Hold minimális librációja ( $l = -4,24^\circ$ , $b = +3,82^\circ$ , 3,3%-os, növekvő holdfázis)
04.26.	2:17	a Marstól 19,1'-cel nyugatra látható az $\iota$ Cap (4,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
04.26.	9:01	az Uránusz együttállásban a Nappal
04.26.	18:25	a Vénusz 6,4°-ra északra látható a 12,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Bika csillagképben
04.26.	20:06	a 12,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 10' 50"-re északra látható a 105 Tauri (5,8 magnitúdós)
04.27.	19:37	a 20,1%-os, növekvő fázisú Holdtól 24' távolságra északra látható az NGC 2129 nyílthalmaz (6,7 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
04.27.	20:56	a 20,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 6' 10"-re északra látható az 1 Geminorum (4,2 magnitúdós)

Dátum	Idő	Esemény
04.27.	21:06	a 20,6%-os, növekvő fázisú Holdtól 1,8° távolságra északkeletre látható az M35 nyílthalmaz (5,1 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
04.28.	0:06	a (129) Antigone kisbolygó (11,1 magnitúdós) 5'-cel északkeletre látható az NGC 6814 galaxistól (11,2 magnitúdós) a Sas csillagképben
04.29.	9:56	az 52768 (1998 OR2) kisbolygó földközelpont (10,9 magnitúdós, Északi Vízikígyó csillagkép)
04.29.	23:14	a Hold mögé belép a 7 Cancr (6,8 magnitúdós, 40%-os, növekvő holdfázis)
04.30.	1:49	a Vénusz eléri a legnagyobb fényességét, a -4,7 magnitúdót a Bika csillagképben
04.30.	20:05	az (5) Astraea kisbolygó (11,1 magnitúdós) 15'-cel északkeletre látható a Jászol nyílthalmaztól (M44, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben
04.30.	20:38	első negyed (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 31' 41")

### A Hold csillagfedései

dátum	UT	J	csillag	Hold	pozíció
hó nap	h m s		m	fázis h	CA PA
04 01	20 14 53	be	1100 8,2	54+ 47	88N 96
04 02	0 13 49	be	1118 6,2	56+ 9	44N 52
04 02	22 50 2	be	80087 7,9	66+ 30	84N 97
04 03	22 7 10	be	1377 7,0	76+ 44	85N 104
04 05	18 55 40	be	1612 7,3	92+ 45	76S 133
04 08	21 24 33	ki	2008 6,6	99- 27	59N 303
04 09	1 28 21	ki	2022 5,5	99- 28	83S 269
04 13	1 38 25	ki	2598 7,1	69- 15	90N 270
04 13	1 45 21	ki	2602 5,4	69- 15	86S 266
04 13	2 19 29	ki	2607 5,9	69- 17	78S 257
04 13	2 22 51	ki	186207 7,1	69- 17	89S 269
04 13	3 4 53	ki	2610 6,9	69- 18	79S 258
04 14	2 15 25	ki	2771 5,6	59- 13	53S 227
04 25	19 8 24	be	93833 9,3	6+ 10	73N 68
04 26	17 52 44	be	755 6,2	12+ 32	74N 70
04 26	20 12 5	be	76980 8,3	12+ 9	32N 29
04 27	18 49 13	be	907 7,0	19+ 32	81S 100
04 27	19 38 51	be	77861 8,7	20+ 24	36N 37
04 28	19 6 45	be	78903 8,5	28+ 38	69S 116
04 28	20 44 33	be	78963 7,2	29+ 22	61N 66
04 29	19 55 44	be	79810 7,6	39+ 39	75N 86
04 29	23 14 25	be	1215 6,8	40+ 7	89S 102

### Üstökös

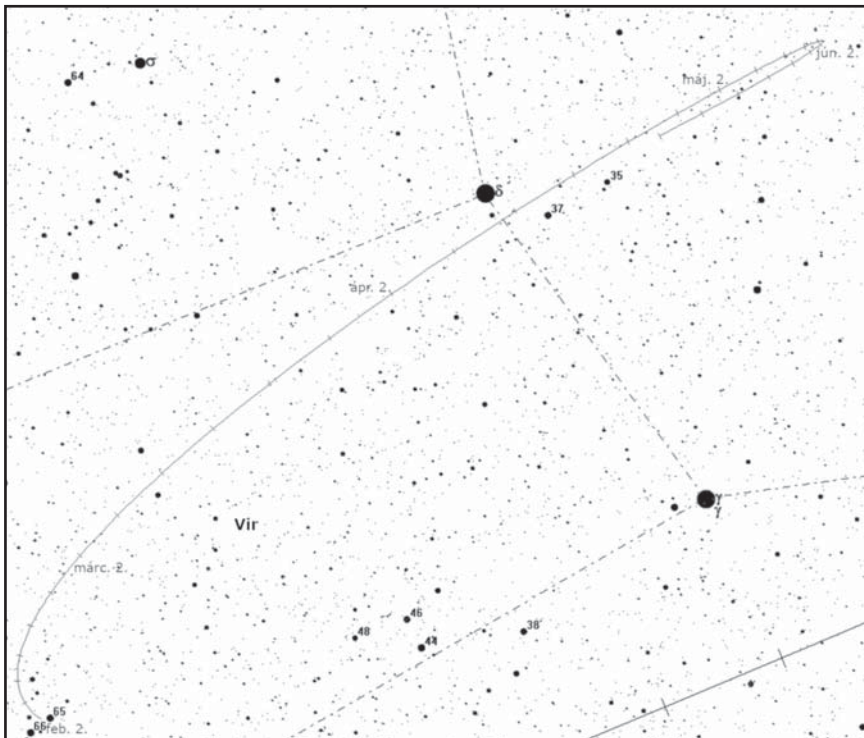
**C/2017 T2 (PANSTARRS).** Az abszolút fényességében a felső 10%-hoz tartozó üstökös lassan eléri maximális fényességét, ami nagy, 1,75 CSE-s földtávolsága miatt 8,5 magnitúdó körüli lesz, ám az előrejelzéseket legalább 1 magnitúdó bizonytalanság terheli. Megfigyelése nem jelenthet problémát, hiszen a Cassiopeia, majd a Camelopardalis csillagképekben járva az éjsza-

ka bármely szakában megfigyelhető, de az esti órákban jár majd a legmagasabban. A Tejútól távolodva fényes csillagokban és mélyég-objektumokban szegény környéken mozog, egyedül a 4,6 magnitúdós  $\gamma$  Camelopardalist közelíti meg 11-én este mintegy 50 ípercre északnyugatra.

C/2017 T2 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_1$ (m)
04.01.	03 01 42	+68 47 01	1,768	1,679	68	8,5
04.06.	03 19 16	+70 17 19	1,762	1,662	68	8,4
04.11.	03 41 09	+71 48 31	1,753	1,647	67	8,4
04.16.	04 08 38	+73 16 56	1,743	1,635	68	8,3
04.21.	04 43 09	+74 36 52	1,731	1,626	67	8,3
04.26.	05 25 55	+75 40 04	1,718	1,620	67	8,3

A (3) Juno kisbolygó keresőtérképe (oppozíció: április 2.)



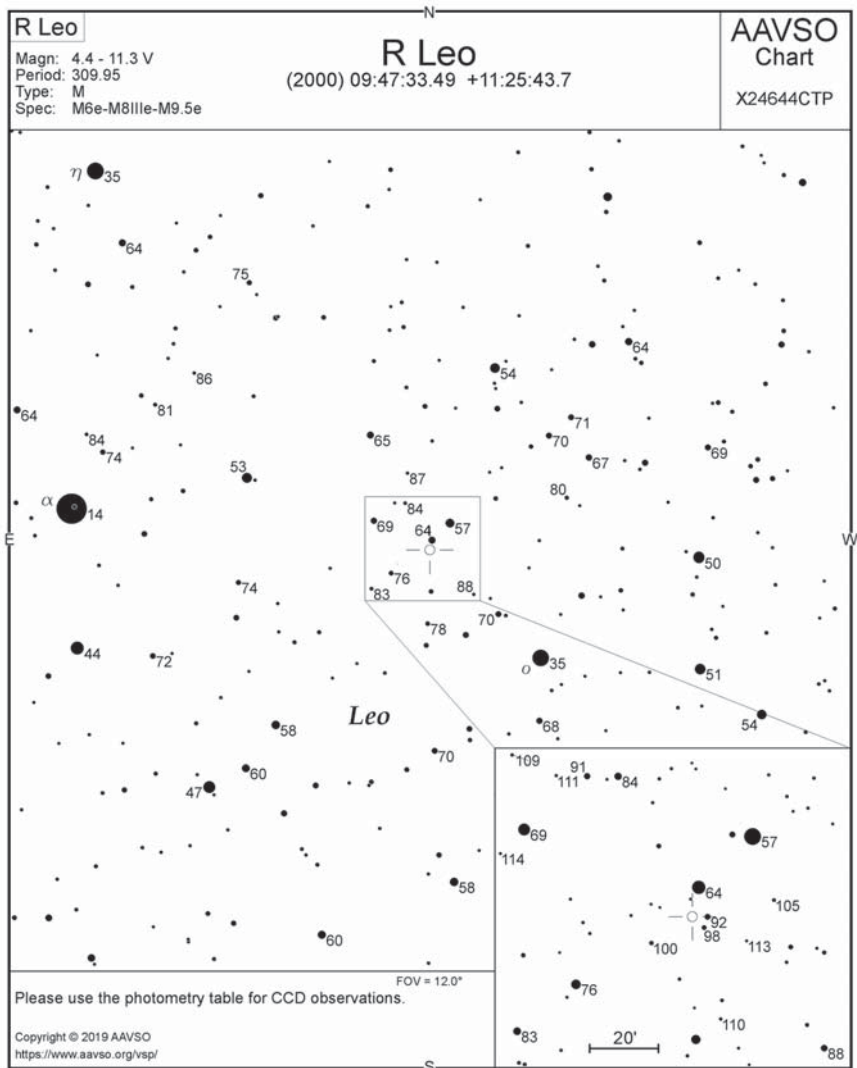
### A Vénusz az M45-ben

Április harmadik estéjén a Vénusz elhalad az M45 előtt (18:55 UT), így ez lehet az év egyik leglátványosabb együttállása. A fényes bolygó alig 12'-re lesz látható a Meropétől, így bőven a halmoz határain belül, annak csillagai között ragyog majd. A bolygók rendkívül ritkán közelítik meg ennyire az M45-öt, így mindenképp használjuk ki a különleges lehetőséget. A csillagászati szürkület végén is 25° magasan lesz látható a csodálatos égi páros, így megfigyelését csupán az időjárás befolyásolhatja.

### Fényes mira a tavaszi égen: az R Leonis

Az R Leonis csillagképének elsőként, típusának negyedik képviselőjeként felfedezett változócsillaga. A néha 5 magnitúdónál is fényesebb maximumaiban szabad szemmel is jól megfigyelhető csillag változásait a danzigi J. A. Koch fedezte fel 1782-ben. Az R Leo átlagosan 310 napos periódusa mellé változó amplitúdó társul, ez néha az 5m-t sem éri el, míg több esetben a 6m-t is meghaladja. Minimumban általában 11<sup>m</sup>-ig halványodik, így teljes fénygörbéje kis távcsövekkel is végigészlelhető, elegendő heti egyszeri fényességbecslés.

Az R Leonis a Napnál mintegy 300-szor nagyobb (1,4 CSE sugarú) vörös óriás. 2009-ben Wiesemeyer és társai kimutatták, hogy a csillagnál megfigyelt kváziperiodikus fluktuációk oka feltehetően egy párolgó szubsztelláris objektum lehet, hosszú, üstökösszerű nyomvonallal, mely erős SiO mézeremissziót mutat. Az exobolygó a Jupiter tömegének mintegy kétszerese, az 5,2 éves keringési periódusból adódóan a csillagtól mintegy 2,7 CSE távolságra lehet.





## Évfordulók

**100 éve halt meg John Alfred Brashear**

(1840. november 24., Brownsville, PA – 1920. április 8., South Side, PA)



Az amerikai John Alfred Brashear a 19. század második felének egyik legjelentősebb mechanikusa, csillagászati eszközkészítője volt. Hugonotta eredetű családjának anyagi körülményei nem tették lehetővé a hosszasan tanulást. Brashear egy acélüzemben kezdett dolgozni, ahol hamarosan nélkülözhetetlen lett mechanikai tehetsége miatt. A csillagászzal anyai nagyapja ismertette meg. Miután megnősült, feleségével optikai eszközök (lencsék, tükrök) előállításával próbálkoztak. Samuel Langley, a közeli Allegheny Observatory igazgatója beszélt rá Brasheart a tükrökkel való kísérletezésre. A tükrökészítés módszerét Henry Drapertől tanulta, és hamarosan új eljárást fejlesztett ki az ezüstözésre („Hints on Silvering Specula, Periscopic Eyepieces, ...” *English Mechanic and World of Science*

4

31, 327, 1880). Optikával és megfigyelésekkel kapcsolatos cikkei főleg a *Sidereal Messenger* és a *Popular Astronomy* kötetekben jelentek meg.

A kezdeti kudarcok után kiváló minőségű termékeket sikerült előállítaniuk. Egy, a *Scientific American*ben megjelent hirdetés után számos megrendelést kaptak, magánemberektől és intézményektől is. Az optikai eszközök készítésének terén elért siker, és William Thaw (1818–1889), amerikai üzletember anyagi támogatása lehetővé tette, hogy otthagyja az acélüzemet, és csak saját vállalkozására koncentráljon. Brashear műszerei addig nem tapasztalt pontosság elérését tették lehetővé. A nagy csillagdák – Greenwich, Lick Observatory – mind rendelték tőle optikai eszközöket.

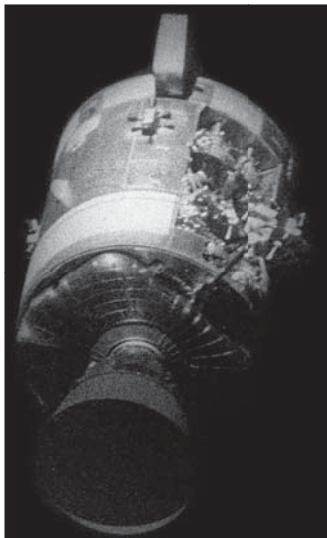
1898 és 1900 között az Allegheny Observatory megbízott igazgatója, 1901 és 1904 között pedig a Western University of Pennsylvania (ma University of Pittsburgh) megbízott kancellárja volt, de végleges kinevezést egyik esetben sem fogadott el. Munkássága elismeréseként több tiszteletbeli címet is kapott.

Névét őrzi az (5502) Brashear kisbolygó és egy-egy kráter a Holdon, illetve a Marson.

**50 éve történt az Apollo–13 kalandos útja**

Két sikeres Holdra szállás után 1970. április 11-én indult útjára az Apollo–13. Noha a Holdra nem tudtak leszállni, egy rekordot mégis elértek: a Hold túloldala felett 254 km magasan haladtak el, ami az emberek által eddig elért legnagyobb távolság a Földtől (400 171 km). Az Apollo–13 utasai Jim Lovell parancsnok, Jack Swigert és Fred Haise pilóták voltak. Lovellnek ez volt a negyedik és egyben utolsó repülése, a többieknek ez volt az egyetlen.





Kezdetben minden rendben ment, 56 órányi repülés után történt a baleset. A műszaki egység egyik oxigéntartálya felrobbant. Az elektromos rendszerben zárlat keletkezett, és az emiatt keletkezett túlnyomás okozta a robbanást. Leállt az áramtermelés, és így az űrhajó nem termelt több vizet. Ez az űrhajósokat életveszélybe sodorta. A megoldás az volt, hogy a parancsnoki modulból átköltöztek a holdkompba, ahol működött a hajtómű, és vízkészlete is volt. Végül a megfelelő pályakorrekciókkal sikerült a Holdat megkerülni, és április 17-én visszatérni a Földre.

A baleset, a pilóták veszélyes helyzete természetesen vonzotta a filmeseket. Már 1974-ben Lawrence Donehy rendezett egy tévéfilmet „Houston, We’ve Got a Problem” címmel. 1994-ben jelent meg Jim Lovell és Jeffrey Kluger könyve, a „Lost Moon: The Perilous Voyage of Apollo 13” (Az elveszett Hold: az Apollo-13 veszélyes útja). Ez szolgált az 1995-ben készített, Ron Howard által rendezett „Apollo-13” c. film alapjául.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	1:53.6	Ganymedes	áv
5	1:37.0	Europa	ák
7	2:13.6	Io	fk
8	1:38.6	Io	áv
	2:45.9	Ganymedes	ák
	2:56.6	Io	ev
15	1:17.3	Io	ák
	2:35.1	Io	ek
16	2:09.8	Io	mv
19	2:07.6	Ganymedes	mk
21	1:01.9	Europa	fk
23	0:28.4	Io	fk
25	2:44.9	Callisto	fv
26	0:51.4	Ganymedes	fk
30	1:03.9	Europa	ek
	1:17.0	Europa	áv
	2:21.5	Io	fk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

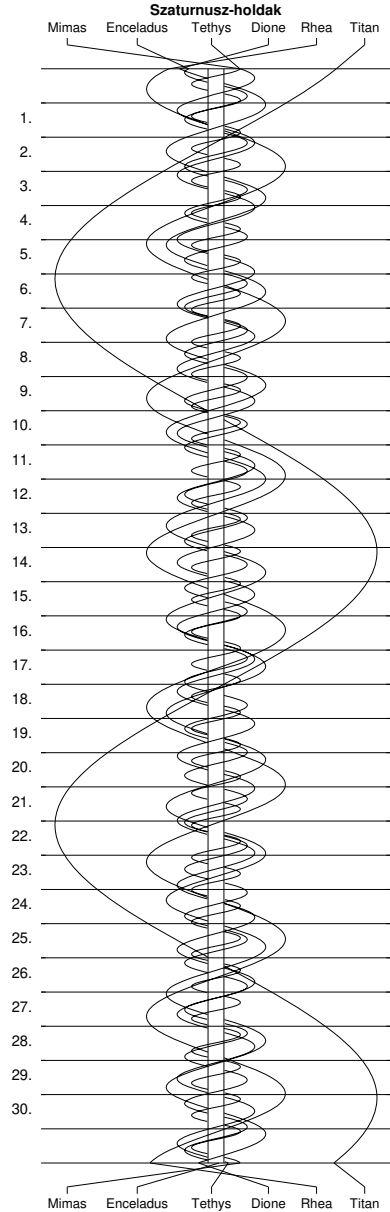
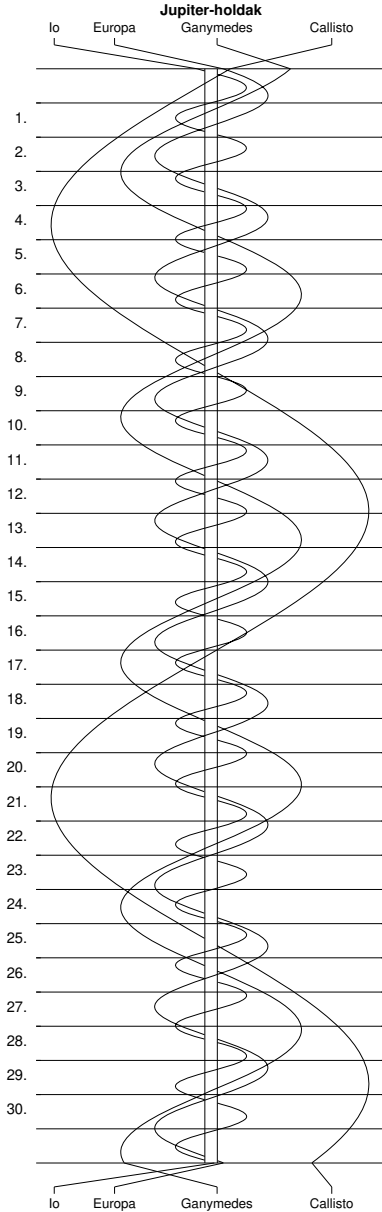
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



$$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$$

## Kalendárium – május

KÖZEI

dátum	Nap					Hold				
	kel, delel, nyugszik			h <sub>d</sub> °	E <sub>t</sub> m	kel, delel, nyugszik			fázis	
	h m	h m	h m			h m	h m	h m		
1. p 122.	4 26	11 41	18 56	57,8	2,9	11 07	18 51	1 47	☉ 11 45	
2. sz 123.	4 24	11 41	18 58	58,1	3,0	12 24	19 44	2 21		
3. v 124.	4 23	11 40	18 59	58,4	3,1	13 43	20 37	2 50		
19. hét										
4. h 125.	4 21	11 40	19 00	58,7	3,2	15 03	21 29	3 16	☉ 11 45	
5. k 126.	4 20	11 40	19 02	59,0	3,3	16 25	22 22	3 41		
6. sz 127.	4 18	11 40	19 03	59,2	3,4	17 48	23 16	4 06		
7. cs 128.	4 17	11 40	19 04	59,5	3,4	19 11	–	4 33	☉ 11 45	
8. p 129.	4 15	11 40	19 06	59,8	3,5	20 32	0 12	5 05		
9. sz 130.	4 14	11 40	19 07	60,0	3,5	21 47	1 10	5 42		
10. v 131.	4 13	11 40	19 08	60,3	3,6	22 54	2 09	6 27	☉ 11 45	
20. hét										
11. h 132.	4 11	11 40	19 10	60,6	3,6	23 49	3 08	7 20		
12. k 133.	4 10	11 40	19 11	60,8	3,6	–	4 04	8 21	☉ 15 03	
13. sz 134.	4 09	11 40	19 12	61,1	3,6	0 34	4 57	9 26		
14. cs 135.	4 07	11 40	19 14	61,3	3,6	1 08	5 47	10 32		
15. p 136.	4 06	11 40	19 15	61,5	3,6	1 37	6 33	11 38	☉ 15 03	
16. sz 137.	4 05	11 40	19 16	61,8	3,6	2 00	7 17	12 43		
17. v 138.	4 04	11 40	19 17	62,0	3,6	2 21	7 58	13 46		
21. hét										
18. h 139.	4 02	11 40	19 19	62,2	3,6	2 39	8 39	14 49	☉ 18 39	
19. k 140.	4 01	11 40	19 20	62,4	3,5	2 58	9 19	15 52		
20. sz 141.	4 00	11 40	19 21	62,6	3,5	3 17	10 00	16 56		
21. cs 142.	3 59	11 40	19 22	62,8	3,4	3 38	10 43	18 01	☉ 18 39	
22. p 143.	3 58	11 40	19 23	63,0	3,3	4 02	11 29	19 08		
23. sz 144.	3 57	11 40	19 24	63,2	3,2	4 31	12 17	20 14		
24. v 145.	3 56	11 41	19 26	63,4	3,2	5 06	13 08	21 17	☉ 18 39	
22. hét										
25. h 146.	3 55	11 41	19 27	63,6	3,1	5 50	14 02	22 16		
26. k 147.	3 54	11 41	19 28	63,8	2,9	6 43	14 57	23 07	☉ 4 30	
27. sz 148.	3 54	11 41	19 29	63,9	2,8	7 46	15 52	23 49		
28. cs 149.	3 53	11 41	19 30	64,1	2,7	8 56	16 46	–		
29. p 150.	3 52	11 41	19 31	64,2	2,6	10 10	17 39	0 25	☉ 4 30	
30. sz 151.	3 51	11 41	19 32	64,4	2,4	11 27	18 31	0 54		
31. v 152.	3 51	11 41	19 33	64,5	2,3	12 44	19 21	1 20		

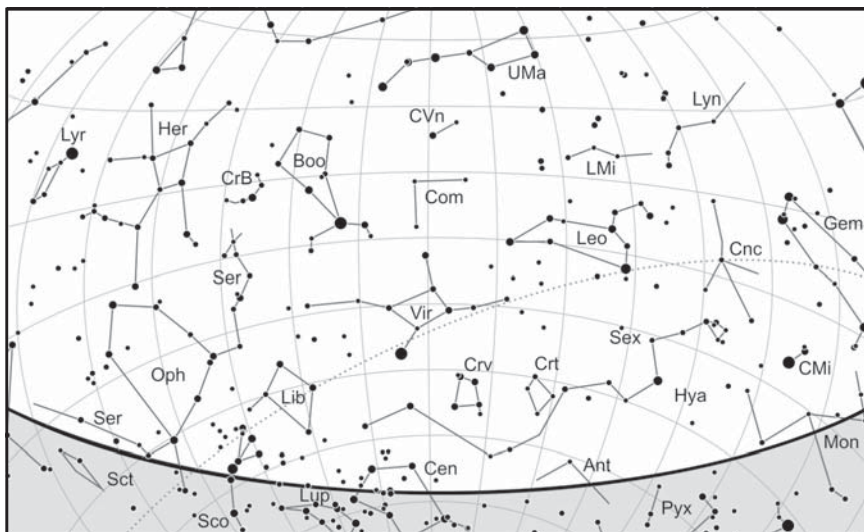
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## Május

5

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 458 971	14 37 32	<i>A munka ünnepe</i> ; Fülöp, Jakab, Benedek, Berta, József
2.	2 458 972	14 41 29	Zsigmond, Ráhel
3.	2 458 973	14 45 25	Tímea, Irma, Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin
19. hét			
4.	2 458 974	14 49 22	Mónika, Flórián, Amália, Antónia, László
5.	2 458 975	14 53 19	Györgyi, Erna, Irén, Irina, Judit, Viola
6.	2 458 976	14 57 15	Ivett, Frida, Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara
7.	2 458 977	15 01 12	Gizella, Dalma
8.	2 458 978	15 05 08	Mihály, Géza, Győző, Péter
9.	2 458 979	15 09 05	Gergely, Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta
10.	2 458 980	15 13 01	Ármin, Pálma, Antónia, Armand, Míra
20. hét			
11.	2 458 981	15 16 58	Ferenc, Jakab
12.	2 458 982	15 20 54	Pongrácz, Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor
13.	2 458 983	15 24 51	Szervác, Imola, Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta
14.	2 458 984	15 28 48	Bonifác, Aglája, Gyöngyi, Julianna
15.	2 458 985	15 32 44	Zsófia, Szonja, Döníz, Izóra, János
16.	2 458 986	15 36 41	Mózes, Botond, János, Simon
17.	2 458 987	15 40 37	Paszkál, Andor
21. hét			
18.	2 458 988	15 44 34	Erik, Alexandra, Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra
19.	2 458 989	15 48 30	Ivó, Milán
20.	2 458 990	15 52 27	Bernát, Felícia, Hanna, Johanna
21.	2 458 991	15 56 23	Konstantin, András, Mirella
22.	2 458 992	16 00 20	Júlia, Rita, Emil, Julianna, Renáta
23.	2 458 993	16 04 17	Dezső, Renáta, Vilmos
24.	2 458 994	16 08 13	Eszter, Eliza, Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia
22. hét			
25.	2 458 995	16 12 10	Orbán, Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk
26.	2 458 996	16 16 06	Fülöp, Evelin, Aladár, Gyöngyvér
27.	2 458 997	16 20 03	Hella, Ágoston, Gyula
28.	2 458 998	16 23 59	Emil, Csanád, Ágoston, Vilma, Vilmos
29.	2 458 999	16 27 56	Magdolna, Mária
30.	2 459 000	16 31 52	Janka, Zsanett, Dezső, Hanna, Johanna, Nándor
31.	2 459 001	16 35 49	<i>Pünkösdi</i> ; Angéla, Petronella, Mária, Matild

csillagászat napja: május 2.



*A déli égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 4-én felső együttállásban van a Nappal. Hamar megjelenik az esti ég alján, 9-én már kereshető a nyugati látóhatár közelében. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén már két órával nyugszik a Napot követően.

**Vénusz:** Napnyugta után látható a nyugati égen mint ragyogó fehér fényű égitest. 1-jén még három és fél órával nyugszik a Napot követően. Láthatósága a hónap utolsó harmadában rohamosan romlik, 25-én már csak egy órával nyugszik a Nap után, 31-ére már elvész az alkonyati fényben. Fényessége  $-4,7^m$ -ról  $-4,1^m$ -ra, fázisa  $0,25$ -ről  $0,005$ -re csökken, átmérője  $38,9''$ -ről  $57,4''$ -re nő.

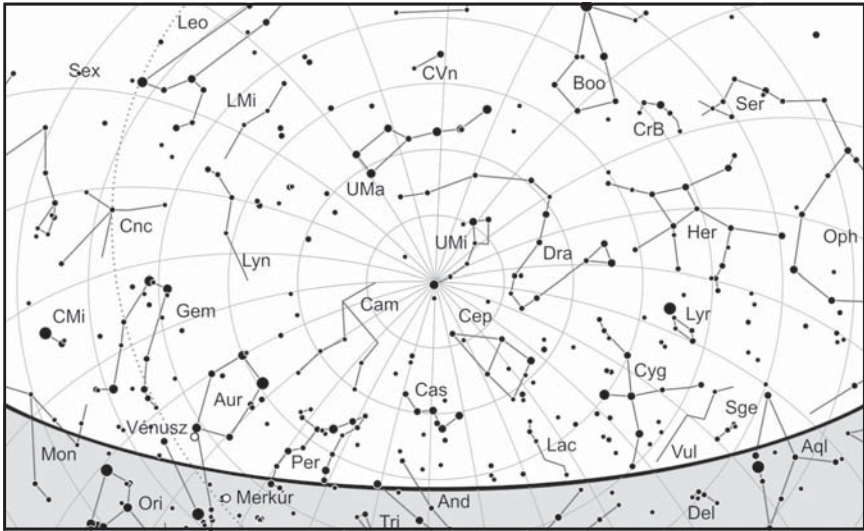
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Bak, majd 9-től a Vízöntő csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti-déli égen mint fényes, vörös színű égitest. Fényereje  $0,4^m$ -ról  $0,0^m$ -ra, látszó átmérője  $7,6''$ -ről  $9,2''$ -re nő.

**Jupiter:** Előretartó, majd 14-től hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében megfigyelhető a déli égen mint ragyogó fényű égitest. Fényessége  $-2,5^m$ , átmérője  $43''$ .

**Szaturnusz:** Kezdetben előretartó, majd 11-től hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfél körül kel, az éjszaka második részében figyelhető meg alacsonyan a déli égen. Fényessége  $0,5^m$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz:** A hónap legvégén újra kereshető, hajnalban kel. Napkelte előtt a délkeleti ég alján, közel a látóhatárhoz látszik. Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben.

**Neptunusz:** Hajnalban kel. A szürkületben kereshető a Vízöntő csillagképben, a délkeleti látóhatár közelében. Előretartó mozgása lassulni kezd.



*Az északi égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
05.01.	19:13	a Hold maximális librációja ( $l = -6,39^\circ$ , $b = -5,33^\circ$ , 60,5%-os, növekvő holdfázis)
05.02.	20:08	a 210P/Christensen üstökös $41'$ -cel keletre látható a $\beta$ Tau-tól (1,7 magnitúdós)
05.03.	20:02	a (10) Hygiea kisbolygó (11,9 magnitúdós) $5'$ -cel délkeletre látható az NGC 1746 nyílthalmaztól (6,1 magnitúdós) a Bika csillagképben
05.03.	22:16	a Hold sűrűn fedi a $\nu$ Virginist az északi pereme mentén (4,0 magnitúdós, 82%-os, növekvő holdfázis) a Szűz csillagképben
05.04.	0:08	a Vénusz eléri legnagyobb deklinációját $+27^\circ 49'$ -nél a Bika csillagképben
05.04.	1:09	a (6) Hebe kisbolygó (10,1 magnitúdós) $24'$ -cel délre látható az NGC 4866 galaxis-tól (11,2 magnitúdós) a Szűz csillagképben
05.04.	22:00	a Merkúr felső együttállásban a Nappal
05.05.	21:39	a 96,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $3' 17''$ -re északra látható a 80 Virginis (5,7 magnitúdós)
05.06.	3:10	a Hold földközben (359665 km, látszó átmérő: $33' 13''$ , 97,4%-os, növekvő holdfázis)
05.07.	10:45	telehold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője $33' 5''$ )
05.07.	18:52	a Hold minimális librációja ( $l = +3,35^\circ$ , $b = -4,07^\circ$ , 99,8%-os, csökkenő holdfázis)
05.07.	21:20	a Hold mögül kilép a 32 Librae (5,6 magnitúdós, 100%-os, csökkenő holdfázis)
05.08.	23:15	a 96,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $11' 7''$ -re délre látható az $\omega$ Ophiuchi (4,5 magnitúdós)

Dátum	Idő	Esemény
05.11.	21:17	a (349) Dembowska kisbolygó oppozícióban (10,1 magnitúdós, Mérleg csillagkép)
05.12.	0:48	a Hold mögül kilép az 51 Sagittarii (5,6 magnitúdós, 75%-os, csökkenő holdfázis)
05.12.	0:49	a 74,9%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7' 32"-re délre látható az 52 Sagittarii (4,6 magnitúdós)
05.12.	1:38	a Marstól 18,7'-cel délnyugatra látható az $\iota$ Aqr (4,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
05.12.	2:32	a Jupiter 5,2°-ra északkeletre látható a 74,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
05.13.	0:18	a Szaturnusz 4,8°-ra északnyugatra látható a 65,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Bak csillagképben
05.14.	6:23	a Hold maximális librációja ( $l = +5,75^\circ$ , $b = +5,22^\circ$ , 53,3%-os, csökkenő holdfázis)
05.14.	14:03	utolsó negyed (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 30' 3")
05.15.	2:28	a Mars 3,5°-ra északra látható a 45,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Vízöntő csillagképben
05.16.	1:28	a Marstól 14,6'-cel délnyugatra látható a 42 Aqr (5,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
05.18.	2:23	a Jupiter és a Szaturnusz 4,7°-es közelsége a hajnali szürkületben a Nyilas/Bak csillagképekben
05.18.	7:51	a Hold földtávolban (405554 km, látszó átmérő: 29' 27", 17,2%-os, csökkenő holdfázis)
05.19.	20:51	az (5) Astraea kisbolygó (11,3 magnitúdós) 9'-cel északra látható a 80 Cnc-től (6,9 magnitúdós)
05.20.	0:27	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 12'-cel délkeletre látható a 22 UMa-tól (5,8 magnitúdós)
05.20.	23:53	a 88P/Howell üstökös 10'-cel északra látható a $\gamma$ Vir-től (2,7 magnitúdós)
05.22.	17:39	újhold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 30' 2")
05.22.	19:05	a Merkúr és a Vénusz 1,2°-os közelsége az esti szürkületben a Bika csillagképben
05.23.	0:20	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 52'-cel északra látható az M82 galaxistól (NGC 3034, 8,4 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben
05.23.	4:58	a Hold minimális librációja ( $l = -4,32^\circ$ , $b = +2,53^\circ$ , 0,3%-os, növekvő holdfázis)
05.23.	13:31	a (42) Isis kisbolygó oppozícióban (9,7 magnitúdós, Skorpió csillagkép)
05.23.	18:47	25 óra 8 perces holdsarló 3,2° magasan az esti égen (a Merkúrtól 9,1°-ra délnyugatra, a Vénusztól 7,1°-ra délnyugatra)
05.23.	19:03	a Vénusz 7,0°-ra északkeletre látható az 1,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Bika csillagképben
05.23.	21:04	az (5) Astraea kisbolygó (11,4 magnitúdós) 4'-cel északkeletre látható a 83 Cnc-től (6,4 magnitúdós)
05.24.	19:07	a Merkúr 4,3°-ra északnyugatra látható a 4,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Bika csillagképben
05.25.	20:08	a Hold sűrűn fedi a SAO 78707-et az északi pereme mentén (7,2 magnitúdós, 9%-os, csökkenő holdfázis) az Ikrek csillagképben
05.26.	1:02	a Marstól 24,2'-cel északnyugatra látható a 65 Aqr (7,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
05.26.	22:19	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 20'-cel délnyugatra látható az IC 2574 galaxistól (10,8 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben

Dátum	Idő	Esemény
05.27.	21:09	a 26,0%-os, növekvő fázisú Holdtól 1,2° távolságra délre látható a Jászol nyílthalmaz (M44, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben
05.29.	0:05	a (64) Angelina kisbolygó (11,5 magnitúdós) 19°-cel délre látható az M28 gömbhalmaztól (NGC 6526, 6,8 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
05.29.	16:58	a Merkúr dichotómiája (22,6°-os keleti elongáció, 7,2" látszó átmérő)
05.29.	23:49	a Hold maximális librációja ( $l = -4,70^\circ$ , $b = -6,25^\circ$ , 48,4%-os, növekvő holdfázis)
05.30.	0:02	a (7) Iris kisbolygó (9,7 magnitúdós) 5°-cel északra látható a 33 Sgr-től (5,7 magnitúdós)
05.30.	0:02	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 31°-cel északra látható a 38 UMa-tól (5,1 magnitúdós)
05.30.	3:30	első negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 32' 6")
05.30.	19:14	a Merkúr kedvező esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 10,3°, 0,1 magnitúdós, fázisa 48%
05.31.	22:51	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
05.31.	23:58	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége

### A Hold súrolva fedi a v Virginist május 3-án

A 82%-os megvilágítottaságú növekvő Hold ezen a májusi késő estén súrolva elfedi a Szűz csillagkép legnyugatibb fényes tagját. Az érintés északi sávja 22:17 UT-kor lép be az országba Nógrád megyében és 22:22 UT-kor hagyja el Békés megyében. A súroló fedés sávja Szécsénytől és Pásztótól néhány kilométerre keletre halad el, Gyöngyöst és Tiszaroffot telibe találja, Túrkevéstől keletre, Dévaványától nyugatra húzódik. Végül Gyulától 6 km-re keletre hagyja el az országhatárt. Az érintés a sötét oldalon, 3,3°-ra a terminátor északi pólusától zajlik, így a nagy holdfázis ellenére e 4,0 magnitúdós csillag még kis távcsövekkel, vagy egyszerű videokamerákkal is követhető lesz. A legtöbb fedés-előbukkanás észleléséhez az elméleti vonaltól 2-3 km-re délnyugatra kell elhelyezkedni, mivel a holdperemen egy mélyedés található ezen a vidéken.

A v Virginis május 3-i súroló fedésének adatai néhány magyarországi városra

hely	eltűnés					előbukkanás				
	UT h m s	Hold Alt	CA °	PA °		UT h m s	Hold Alt	CA °	PA °	
Sopron	22 2 42	40	25N	52		22 27 21	37	-18N	9	
Szombathely	22 2 31	41	27N	54		22 29 1	37	-19N	8	
Zalaegerszeg	22 2 54	41	28N	55		22 30 17	37	-20N	7	
Győr	22 5 53	39	21N	49		22 26 20	37	-14N	13	
Kaposvár	22 5 7	40	27N	54		22 31 27	37	-19N	8	
Veszprém	22 6 5	40	23N	50		22 28 28	37	-16N	11	
Tatabánya	22 6 36	39	21N	48		22 26 32	37	-14N	13	
Pécs	22 6 9	40	27N	54		22 32 11	37	-19N	8	
Székesfehérvár	22 7 45	39	21N	48		22 27 31	36	-14N	13	



hely	eltűnés					előbukkanás				
	UT			Hold	CA	PA	UT			Hold
	h	m	s	Alt	°	°	h	m	s	Alt
Szekszárd	22	7	44	39	24N	51	22	30	41	36
Paks	22	8	31	39	22N	49	22	29	27	36
Budapest	22	10	15	38	17N	44	22	25	15	36
Kecskemét	22	11	45	38	17N	44	22	26	57	36
Szeged	22	12	12	38	19N	46	22	29	28	36



### A Hold csillagfedései

dátum		UT			j	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	°	fázis	h	CA	PA
05	01	19	24	59	be	98792	7,8	60+	54	745	127
05	02	22	22	56	be	1578	6,9	72+	33	755	130
05	03	22	10	15	be	1702	4,0	82+	38	17N	44
05	03	22	25	15	ki	1702	4,0	82+	36	-10N	18
05	07	0	19	40	be	2088	6,2	100+	25	82N	125
05	07	21	20	28	ki	2209	5,6	100-	21	77S	252

dátum hó nap	UT			j	csillag		Hold		pozíció	
	h	m	s		m		fázis	h	CA	PA
05 12	0	47	35	ki	2861	5,6	75-	12	39S	212
05 25	20	2	16	be	1036	6,5	9+	10	89S	95
05 26	19	1	51	be	1161	5,9	16+	27	74N	83
05 26	19	31	23	be	79621	7,4	16+	23	82N	90
05 30	20	22	0	be	1659	6,7	58+	38	37N	61
05 31	19	28	49	be	119317	8,0	69+	44	58N	83

## Üstökös

**C/2017 T2 (PANSTARRS).** Május 4-én végre eléri 1,615 CSE távolságú napközelpontját, ami-re a számítások szerint még sosem került sor, mert vélhetően most először látogat hozzánk az Oort-felhőből. Abszolút fényessége alapján magja több km átmérőjű lehet, amivel a nagyobb üstökösök közé tartozik, de 1,7 CSE körüli földtávolsága miatt várhatóan nem fényesedik 8-8,5 magnitúdó fölé. Ezeket az üstökösöket a nagy, akár 25-30 CSE távolságban beinduló, de aztán csak lassan növekvő aktivitás jellemzi. Bár a vízjég 3-4 CSE-n belül kezdődő szublimációja okozhat váratlan aktivitásnövekedést, ez csak ritkán következik be ezeknél a friss égitestek-nél, fényesedésük általában stabil és egyenletes.

Láthatóságának érdekessége, hogy egy nappal napközelsége előtt éri el látszó pályájának legészakibb pontját a Camelopardalis csillagképben, +76°20'-es deklinációnál. A kelet, majd délkelet felé haladó üstökös a hónap második felében átkerül az Ursa Maiorba, így egyre gyakrabban fotózhatjuk le galaxisok társaságában. Előbb 14-én este az NGC 2633–34 csoport-tól negyed ívperccel északkeletre láthatjuk, majd 22-én és 23-án este 1°-on belül megközelíti az M82-t, és kicsit nagyobb távolságra társát, az M81-et, végül 26-án este a nagy és halvány IC 2574-től 20 ívperccel délnyugatra halad el.

C/2017 T2 (PANSTARRS)

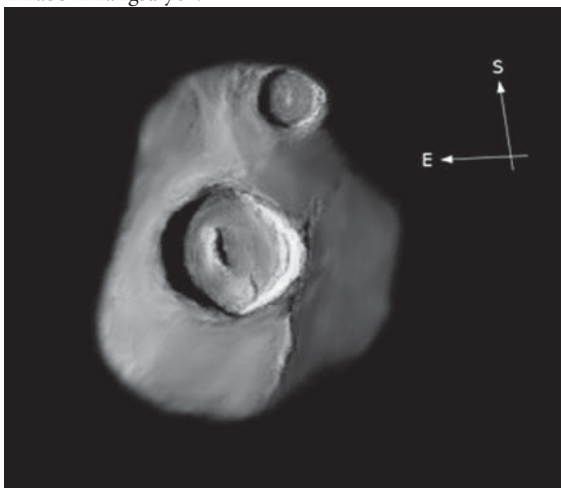
Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m <sub>v</sub> (m)
05.01.	06 16 50	+76 15 40	1,705	1,616	68	8,2
05.06.	07 13 09	+76 12 34	1,692	1,615	68	8,2
05.11.	08 09 32	+75 23 32	1,680	1,617	69	8,2
05.16.	09 00 45	+73 48 28	1,670	1,622	70	8,2
05.21.	09 44 09	+71 33 06	1,663	1,630	70	8,2
05.26.	10 19 42	+68 45 22	1,660	1,640	71	8,2
05.31.	10 48 36	+65 32 47	1,660	1,653	72	8,3

## A Vénusz és a Merkúr együttállása május 22-én

A két belső bolygó (Merkúr és Vénusz) viszonylag szoros,  $1,2^\circ$ -os közelítését észlelhetjük ezen az estén 19:05 UT körül. A páros két tagja a horizontra merőlegesen helyezkedik majd el, ekkor az alacsonyabban lévő  $-0,6^m$ -s Merkúr  $7,9^\circ$ , a  $-4,2^m$ -s Vénusz pedig  $9,3^\circ$  magasan lesz. A Nap ekkor még csak alig  $6,5^\circ$ -kal lesz a horizont alatt, ezért célszerű binokulárt használni a kereséshez.

## A Hell-kráter

A Hell Miksáról elnevezett holdkráter ideális helyen van ahhoz, hogy könnyedén megtaláljuk és megfigyelhessük. Szelenografikus koordinátái: déli szélesség  $32,4^\circ$ , nyugati hosszúság  $7,8^\circ$ . Ez utóbbi érték azt jelenti, hogy igen közel fekszik a Hold meridiánjához, vagyis első negyed után figyelhetjük meg. A Hell a Hold déli krátermezéjének északi határán, egy hatalmas, 234 km átmérőjű, sima aljzatú romkráter belsejében fekszik. Ez a romkráter a Deslandres, egyike a Hold legnagyobb krátereinek. Szerencsés elhelyezkedése miatt a Hell-krátert el sem lehet téveszteni, egy kezdő holdészlelő is könnyedén megtalálja. Átmérője 33 km, mélysége 2200 méter. Már egy kis binokulárral is megpillanthatjuk, de ahhoz, hogy a morfológiáját részleteiben tanulmányozhassuk, legalább 7-8 cm-es refraktorra szükséges. Egy ekkora távcső már feltárja a kráter belsejében található omlásnyomokat és a központi csúcsot is. A Hell a kráterek fősorozatán a komplex kráterek közé tartozik. A komplex kráterek teraszos falszerkezettel és központi csúccsal jellemezhetők, a krátertalaj pedig általában sima, egyenletes. Egy hazai amatőr csillagász számára felemelő érzés egy magyar csillagászlól elnevezett krátert észlelni, és a Hell-kráter látványa igazán megkapó. Közepes és nagyobb átmérőjű műszerekkel, legalább 150-200x-os nagyítással lélegzetelállítóan szép látványt nyújt fiatalos megjelenésével, amit a Deslandres sima talaja még inkább kihangsúlyoz.



*Ezt a digitális rajzot  
Földvári István Zoltán készítette  
a Hell-kráterről egy  
80/900-as refraktorral,  
2016. április 16-án.*

## Évfordulók

**150 éve született Svante Elis Strömgren**

(1870. május 31., Hälsingborg – 1947. április 5., Koppenhága)



Elis Strömgren svéd csillagász a Lund Egyetemen tanult, PhD-fokozatot is ott szerzett. Dolgozata a C/1890 F1 (Brooks) üstökös pályaszámításával foglalkozott (*Berechnung der Bahn des Kometen 1890. II.*, Malmström, 1896). A későbbiek során is sokat dolgozott hasonló témán. Ez irányú kutatásait 1914-ben összegezte „Ueber den Ursprung der Kometen” című cikkében (*Publikationer og mindre Meddelelser fra Kobenhavns Observatorium* 19, 1-62).

1901-ben átköltözött a németországi Kielbe, ahol az *Astronomische Nachrichten* szerkesztőségében alkalmazták. 1907-ig dolgozott itt, de közben a kiel egyetemen is tanított. Királyi kinevezéssel a koppenhágai egyetem professzora lett 1907-ben. 1940-ben fia, Bengt Strömgren követte ezen a poszton.

Strömgren jól képzett matematikus volt, aki a csillagászat klasszikus ágát művelte, és szkeptikus volt a modern asztrofizika hasznát illetően – ez a véleménye az idők során tompult, és belátta az új csillagászati ágak értékét.

1914-ben az I. világháború kitörésekor a kiel csillagászati távirati központ nem tudta folytatni működését. Strömgren vállalta a folytatást Koppenhágából. Ebből fejlődött ki a ma is létező IAU Circular (első számát lásd a <http://www.cbat.eps.harvard.edu/iauc/00000/00001.html> honlapon).

Strömgren híve volt a nemzetközi együttműködésnek. Az I. világháború után ő volt az egyik, aki állandó nyomást gyakorolt az IAU vezetőségére, hogy oldják fel a bojkottot a központi hatalmak csillagászaival szemben.

Fia, Bengt Strömgren ugyancsak jelentős csillagász volt. Nevüket őrzi az (1422) Strömgrenia kisbolygó.

**300 éve született Hell Miksa**

A neves csillagászról külön cikkben emlékezünk meg évkönyvünk 255–264. oldalán.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0: 49.0	Io	ek
	1: 48.4	Io	áv
2	0: 22.2	Io	mv
6	23: 38.6	Ganymedes	ek
7	1: 07.6	Europa	ák
8	1: 26.7	Io	ák
9	0: 52.2	Europa	mv
	2: 12.6	Io	mv
	23: 24.2	Io	ev
14	1: 50.8	Ganymedes	áv
16	0: 36.3	Io	fk
	22: 57.7	Io	ek
17	0: 04.8	Io	áv
	1: 14.2	Io	ev
20	0: 28.4	Callisto	ák
23	0: 44.6	Europa	fk
	23: 42.7	Io	ák
24	0: 46.5	Io	ek
	1: 58.8	Io	áv
	22: 14.6	Europa	áv
25	0: 17.3	Io	mv
	0: 19.0	Ganymedes	mv
	0: 20.3	Europa	ev
29	0: 39.0	Callisto	mv
31	1: 36.6	Io	ák
	22: 03.9	Europa	ák
	22: 51.2	Io	fk
	23: 54.8	Europa	ek
	23: 58.1	Ganymedes	fv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

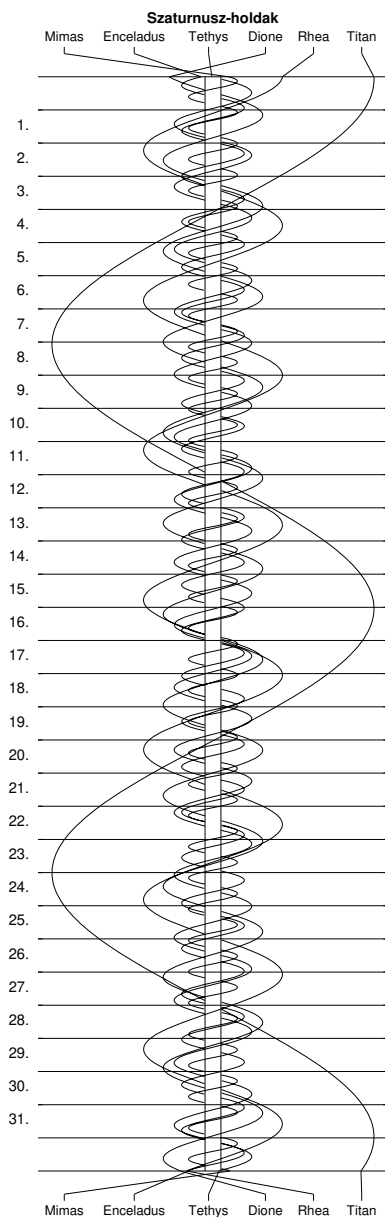
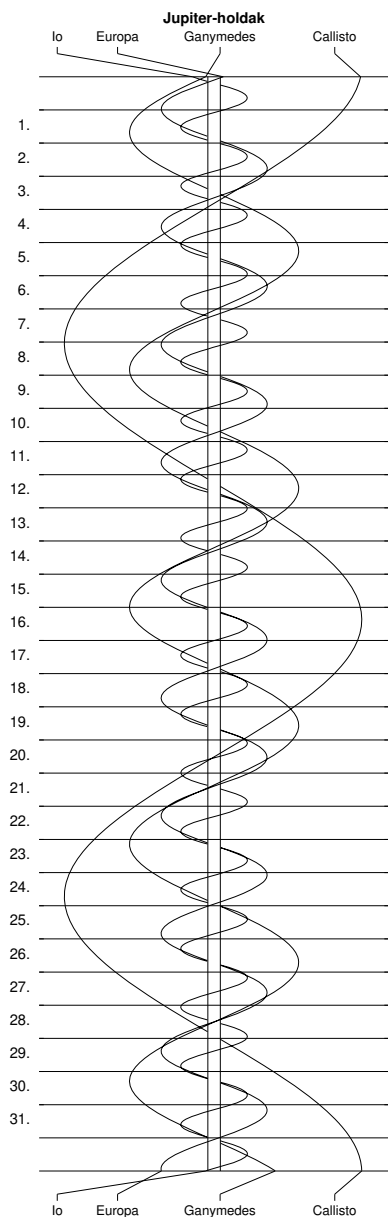
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



$$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$$

# Kalendárium – június

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
23. hét									
1. h 153.	3 50	11 42	19 34	64,7	2,2	14 03	20 12	1 44	
2. k 154.	3 49	11 42	19 35	64,8	2,0	15 22	21 04	2 08	
3. sz 155.	3 49	11 42	19 35	64,9	1,8	16 43	21 57	2 33	
4. cs 156.	3 48	11 42	19 36	65,0	1,7	18 04	22 53	3 01	
5. p 157.	3 48	11 42	19 37	65,1	1,5	19 22	23 51	3 34	○ 20 12
6. sz 158.	3 47	11 42	19 38	65,2	1,3	20 35	–	4 15	
7. v 159.	3 47	11 43	19 39	65,3	1,1	21 37	0 51	5 04	
24. hét									
8. h 160.	3 47	11 43	19 39	65,4	0,9	22 27	1 49	6 03	
9. k 161.	3 46	11 43	19 40	65,5	0,7	23 07	2 45	7 08	
10. sz 162.	3 46	11 43	19 41	65,6	0,5	23 38	3 38	8 15	
11. cs 163.	3 46	11 43	19 41	65,6	0,3	–	4 27	9 23	
12. p 164.	3 46	11 44	19 42	65,7	0,1	0 04	5 12	10 29	
13. sz 165.	3 46	11 44	19 42	65,8	-0,1	0 26	5 55	11 33	● 7 24
14. v 166.	3 45	11 44	19 43	65,8	-0,3	0 45	6 36	12 37	
25. hét									
15. h 167.	3 45	11 44	19 43	65,8	-0,5	1 04	7 16	13 40	
16. k 168.	3 45	11 44	19 44	65,9	-0,7	1 22	7 57	14 43	
17. sz 169.	3 45	11 45	19 44	65,9	-0,9	1 42	8 39	15 48	
18. cs 170.	3 46	11 45	19 44	65,9	-1,1	2 05	9 23	16 54	
19. p 171.	3 46	11 45	19 45	65,9	-1,4	2 32	10 11	18 01	
20. sz 172.	3 46	11 45	19 45	65,9	-1,6	3 04	11 01	19 07	
21. v 173.	3 46	11 46	19 45	65,9	-1,8	3 45	11 55	20 09	● 7 41
26. hét									
22. h 174.	3 46	11 46	19 45	65,9	-2,0	4 36	12 50	21 03	
23. k 175.	3 47	11 46	19 45	65,9	-2,2	5 37	13 47	21 49	
24. sz 176.	3 47	11 46	19 45	65,9	-2,4	6 46	14 42	22 27	
25. cs 177.	3 47	11 46	19 45	65,9	-2,7	8 00	15 36	22 59	
26. p 178.	3 48	11 47	19 45	65,8	-2,9	9 16	16 28	23 25	
27. sz 179.	3 48	11 47	19 45	65,8	-3,1	10 33	17 19	23 50	
28. v 180.	3 49	11 47	19 45	65,8	-3,3	11 50	18 08	–	● 9 16
27. hét									
29. h 181.	3 49	11 47	19 45	65,7	-3,5	13 07	18 58	0 13	
30. k 182.	3 50	11 47	19 45	65,6	-3,7	14 25	19 49	0 36	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

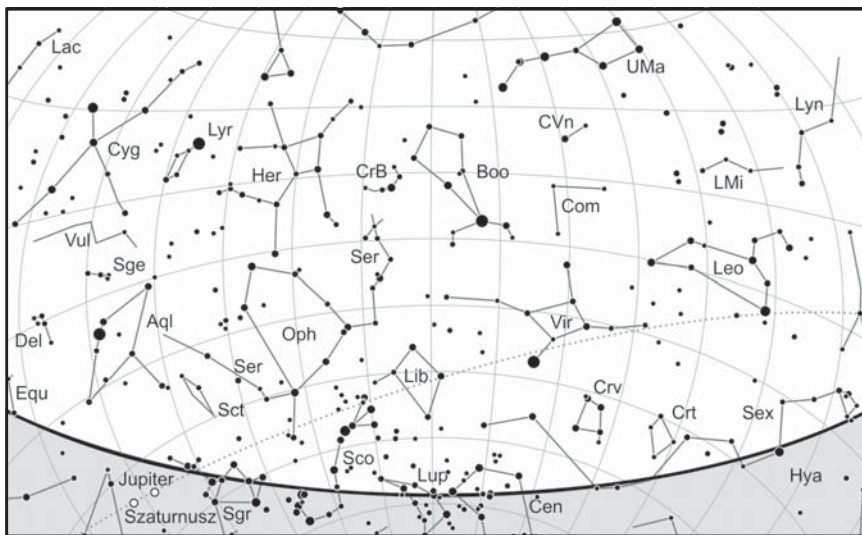
## Június

6

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
23. hét			
1.	2 459 002	16 39 46	Pünköső; Tünde, Angéla, Hortenzia
2.	2 459 003	16 43 42	Kármén, Anita, Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter
3.	2 459 004	16 47 39	Klotild, Cecília, Kevin
4.	2 459 005	16 51 35	Bulcsú, Fatima, Fatime, Ferenc
5.	2 459 006	16 55 32	Fatime, Fatima, Nándor, Valéria
6.	2 459 007	16 59 28	Norbert, Cintia, Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos
7.	2 459 008	17 03 25	Róbert
24. hét			
8.	2 459 009	17 07 21	Medárd, Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos
9.	2 459 010	17 11 18	Félix, Annamária, Diána, Előd
10.	2 459 011	17 15 15	Margit, Gréta, Diána, Gitta
11.	2 459 012	17 19 11	Barnabás, Etelka, Roxána
12.	2 459 013	17 23 08	Villő, Etelka, János
13.	2 459 014	17 27 04	Antal, Anett
14.	2 459 015	17 31 01	Vazul
25. hét			
15.	2 459 016	17 34 57	Jolán, Vid, Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta
16.	2 459 017	17 38 54	Jusztin, Ferenc, Jusztina, Péter
17.	2 459 018	17 42 50	Laura, Alida, Alinka, Terézia
18.	2 459 019	17 46 47	Arnold, Levente, Dolóresz, Márk
19.	2 459 020	17 50 44	Gyárfás, Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó
20.	2 459 021	17 54 40	Rafael, Benigna, Koppány, Margit
21.	2 459 022	17 58 37	Alajos, Leila, Lejla, Lujza, Olga
26. hét			
22.	2 459 023	18 02 33	Paulina, Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás
23.	2 459 024	18 06 30	Zoltán, Édua
24.	2 459 025	18 10 26	Iván, Beáta, János, Levente
25.	2 459 026	18 14 23	Vilmos, Vilma, Viola, Violetta
26.	2 459 027	18 18 19	János, Pál, Dávid, Örs
27.	2 459 028	18 22 16	László, Olga
28.	2 459 029	18 26 13	Levente, Irén, Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar
27. hét			
29.	2 459 030	18 30 09	Péter, Pál, Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra
30.	2 459 031	18 34 06	Pál, Ditta, Judit

Kisbolygók világnapja: június 30.





*A déli égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első felében megfigyelésre igen kedvező helyzetben van. 4-én van legnagyobb keleti kitérésben, 23,6°-ra a Naptól, a februárinál is jobb láthatóságát adva. A hónap elején két órával nyugszik a Nap után. 15-e után megfigyelésre egyre kedvezőtlenebb helyzetbe kerül, 20-án már csak 40 perccel nyugszik a Nap után. 30-án már alsó együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** A hónap elején a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 3-án alsó együttállásban van a Nappal. 10-e után már kereshető napkelte előtt az északkeleti látóhatár közelében, ekkor fél órával kel a Nap előtt. Láthatósága fokozatosan javul, a hónap végén majdnem két órával kel korábban, mint a Nap. Fényessége -4,1<sup>m</sup>-ről -4,7<sup>m</sup>-ra, fázisa 0,003-ról 0,18-re nő, átmérője 57,8"-ról 43,8"-re csökken.

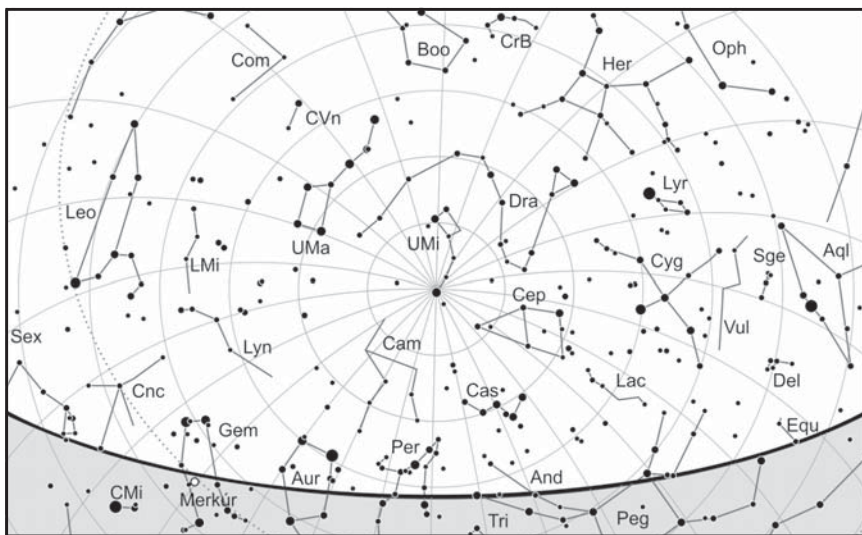
**Mars:** A Vízöntőben, majd 25-től a Halakban végzi előretartó mozgását. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti-déli égen egyre fényesebb vörös színű égitestként. Fényessége -0,0<sup>m</sup>-ről -0,5<sup>m</sup>-ra, látszó átmérője 9,3"-ról 11,4"-re nő.

**Jupiter:** A Nyilas csillagképben végez hátráló mozgást. Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében látható sárgás fényű ragyogó égitestként a déli égen. Fényessége -2,7<sup>m</sup>, átmérője 46".

**Szaturnusz:** Folytatja hátráló mozgását a Bak csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagy részében megfigyelhető. Fényessége 0,3<sup>m</sup>, átmérője 18".

**Uránusz:** Kora hajnalban kel, hajnalban látható a délkeleti égen. Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben.

**Neptunusz:** Éjfél körül kel, az éjszaka második felében kereshető a Vízöntő csillagképben. 23-án előretartó mozgása hátrálóba vált.



Az északi égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)

## Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
06.02.	20:34	a Hold mögé belép a 95 Virginis (5,5 magnitúdós, 88%-os, növekvő holdfázis)
06.02.	21:17	az (5) Astraea kisbolygó (11,5 magnitúdós) 7°-cel északkeletre látható a 8 Leo-tól (5,7 magnitúdós)
06.03.	3:46	a Hold földközelsben (364386 km, látszó átmérő: 32' 47", 90,5%-os, növekvő holdfázis)
06.03.	18:48	a Vénusz alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 28,9°-re északra)
06.04.	1:12	a Marstól 28,4°-cel északra látható a 85 Aqr (6,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.04.	13:07	a Merkúr legnagyobb keleti elongációja (23,6°, 0,4 magnitúdós, 8,2" átmérő, 37% fázis, lkrek csillagkép)
06.04.	21:36	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 1,0°-kal keletre látható az $\alpha$ UMa-tól (1,8 magnitúdós)
06.04.	23:11	a 99,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 3' 55"-re délre látható a $\beta^1$ Scorpii (4,9 magnitúdós)
06.05.	2:37	a Hold minimális librációja ( $l = +3,41^\circ$ , $b = -2,70^\circ$ , 99,3%-os, növekvő holdfázis)
06.05.	18:21	félárnyékos holdfogyatkozás, a Hold a Kígyótartó csillagképben, legnagyobb fázis 19:25 UT-kor, a félárnyékos fogyatkozás vége 21:04 UT-kor
06.05.	19:12	telehold (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 32' 23")
06.05.	23:31	a (2) Pallas kisbolygó (9,7 magnitúdós) 1,6°-kal északra látható a Vállfa nyílthalmaztól (Cr 399, 3,6 magnitúdós) a Kis Róka csillagképben
06.06.	21:31	a Hold mögül kilép a 9 Sagittarii (5,9 magnitúdós, 98%-os, csökkenő holdfázis)

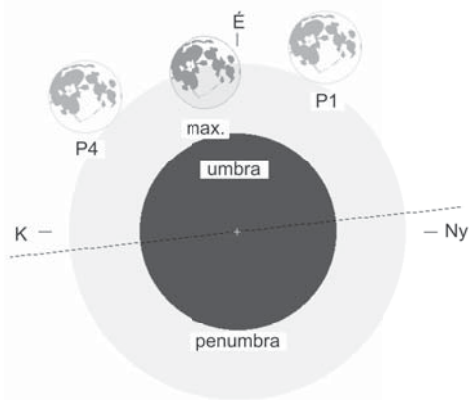
Dátum	Idő	Esemény
06.08.	0:42	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
06.08.	0:45	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
06.08.	1:08	a Marstól 17,1'-cel délre látható a $\chi$ Aqr (4,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.08.	22:13	a Jupiter 4,1°-ra északnyugatra látható a 88,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Nyilas/Bak csillagképekben
06.08.	23:43	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 30'-cel északra látható az NGC 3690 galaxistól (11,5 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben
06.09.	1:40	a Szaturnusz 3,6°-ra északra látható a 87,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Bak csillagképben
06.11.	15:22	a Hold maximális librációja ( $l = +4,60^\circ$ , $b = +6,16^\circ$ , 65,6%-os, csökkenő holdfázis)
06.11.	16:21	a (85) Io kisbolygó oppozícióban (10,4 magnitúdós, Kígyótartó csillagkép)
06.12.	21:53	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 29'-cel délkeletre látható az NGC 3780 galaxistól (11,5 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben
06.13.	0:03	a (42) Isis kisbolygó (10,2 magnitúdós) 7'-cel északkeletre látható az $\eta$ Lib-től (5,4 magnitúdós)
06.13.	1:07	a Mars és a Neptunusz 1,7°-es közelsége a hajnali szürkületben a Vízöntő csillagképben
06.13.	2:03	a Mars 3,4°-ra északnyugatra látható az 51,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Vízöntő csillagképben
06.13.	6:24	utolsó negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 29' 41")
06.15.	1:00	a Hold földtávolban (404558 km, látszó átmérő: 29' 32", 33,5%-os, csökkenő holdfázis)
06.15.	23:33	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 16'-cel nyugatra látható a $\gamma$ UMa-tól (2,4 magnitúdós)
06.16.	21:07	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
06.16.	21:52	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
06.16.	23:32	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 40'-cel délnyugatra látható az M109 galaxistól (NGC 3992, 9,8 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben
06.17.	21:59	a (64) Angelina kisbolygó (11,5 magnitúdós) 18'-cel északra látható az NGC 6544 gömbhalmaztól (7,5 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
06.18.	23:31	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 21'-cel északkeletre látható az NGC 4026 galaxistól (10,8 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben
06.19.	8:19	a Hold elfedi a Vénuszt a déli pereme mentén (-4,4 magnitúdós, 51,4" átmérőjű, 4%-os, csökkenő holdfázis) a nappali égen
06.19.	23:03	a (6) Hebe kisbolygó (11,0 magnitúdós) 10'-cel északkeletre látható az NGC 4762 galaxistól (10,3 magnitúdós) a Szűz csillagképben
06.19.	23:22	a Hold minimális librációja ( $l = -4,39^\circ$ , $b = +1,85^\circ$ , 1,8%-os, csökkenő holdfázis)
06.19.	23:31	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 19'-cel nyugatra látható az NGC 4088 galaxistól (10,6 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben
06.20.	2:22	28 óra 19 perces holdsarló 1,9° magasan a reggeli égen (a Vénusztól 9,9°-ra keletre)
06.20.	21:44	nyári napforduló
06.20.	23:31	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 4'-cel északkeletre látható az NGC 4100 galaxistól (11,2 magnitúdós) a Nagy Medve csillagképben
06.21.	5:24	gyűrűs-részleges napfogyatkozás, csak az ország egyes részeiről látható, legnagyobbat 05:41 UT-kor, a gyűrűs-részleges napfogyatkozás vége 05:58 UT-kor

Dátum	Idő	Esemény
06.21.	6:41	újhold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 30' 48")
06.21.	22:01	a (64) Angelina kisbolygó (11,5 magnitúdós) 19'-cel délre látható az M8 csillagköd-től (NGC 6523, 5,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
06.21.	23:08	a Mars eléri a legkisebb fázisát 84,36%-nál a Vízöntő csillagképben
06.22.	19:09	36 óra 28 perces holdsarló 6,8° magasan az esti égen (a Merkúrtól 6,9°-ra észak-keletre)
06.23.	23:00	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
06.23.	23:32	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 49'-cel nyugatra látható az M106 galaxistól (NGC 4258, 8,4 magnitúdós) a Vadászebek csillagképben
06.24.	0:29	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
06.24.	1:04	a (8) Flora kisbolygó (10,5 magnitúdós) 12'-cel keletre látható a 29 Cet-től (6,4 magnitúdós)
06.24.	23:33	a (129) Antigone kisbolygó (11,2 magnitúdós) 9'-cel délre látható az 51 Aql-tól (5,4 magnitúdós)
06.26.	1:08	a (8) Flora kisbolygó (10,5 magnitúdós) 12'-cel délre látható a 35 Cet-től (6,6 magnitúdós)
06.26.	18:22	a Hold maximális librációja ( $l = -2,92^\circ$ , $b = -6,58^\circ$ , 32,4%-os, növekvő holdfázis)
06.28.	0:21	a (7) Iris kisbolygó oppozícióban (8,7 magnitúdós, Nyilas csillagkép)
06.28.	8:16	első negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 32' 18")
06.28.	18:12	az (56) Melete kisbolygó oppozícióban (10,3 magnitúdós, Pajzs csillagkép)
06.30.	2:20	a Hold földközeli (368991 km, látszó átmérő: 32' 22", 69,8%-os, növekvő holdfázis)
06.30.	20:36	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal
06.30.	21:53	a (7) Iris kisbolygó (8,9 magnitúdós) 9'-cel nyugatra látható a 21 Sgr-től (4,8 magnitúdós)
06.30.	23:18	a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
06.30.	23:41	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 1'-cel délkeletre látható az NGC 4490 galaxistól (9,8 magnitúdós) a Vadászebek csillagképben

### Félárnyékos holdfogyatkozás június 5-én

Az év második fogyatkozása ismét félárnyékos holdfogyatkozás, amely Magyarországról nézve röviddel a holdkelte előtt már elkezdődött. A jelenség végig látható Kelet-Európából, Ázsiából, Ausztráliából és Afrika nagy részéből. Nyugat-Európából és Afrika északnyugati részéből a vége látszik, Kamcsatkából, Japánból és Polinéziából pedig csak a kezdete látszik. Ez a közepes mértékű fogyatkozás még kevésbé látványos, mint a januári.

A félárnyék 17:45:50-kor érinti meg a holdfelszínt, de a jelenléte a gyenge kontraszt miatt várhatóan csak 18:30 után vehető észre – Magyarországról nézve a Hold ekkortájt kel fel, ami késlelteti a homályosság észrevételét. Mire a holdfogyatkozás 19:25:02-kor eléri a maximumát, a penumbra a holdkorong alsó negyedét borítja enyhe szürkés fátyolba. E pillanatban a Hold déli fele 18,4' mélyen merül a félárnyékba, ami azt is jelenti, hogy a félárnyék majdnem kettévágja a Holdat. Ahogy a Hold halad tovább, lassan elhagyja a félárnyéket, amelynek halvány jelen-



fogyatkozás nagysága 0,5683 magnitúdó. A penumbra átmérője 2,5306°, az umbráé 1,4798°. A Hold majdnem három napja volt földközeli, látszó átmérője 32,38'. Ez a holdfogyatkozás a 71 eseményt adó 111-es Szárosz-család 67. tagja.

léte még 20:20-ig sejtethető, de teljesen csak 21:04:03-kor lép ki belőle a Hold – ez természetesen már nem látható. A félárnyék 3 óra 18 perc 13 másodperc hosszan tartózkodik a Hold felszínén, ennyi a fogyatkozás teljes időtartama.

A holdfogyatkozás idején a Hold a Kígyóirtó csillagkép déli részén tartózkodik, most közeledik a leszálló csomópont felé. Nincs fényes bolygó az égen, a legfényesebb csillagok közül pedig csak az Antares látszik közel, tőle 7,5°-kal nyugatra. A fogyatkozás maximuma pillanatában a félárnyékos

### A Hold csillagfedései

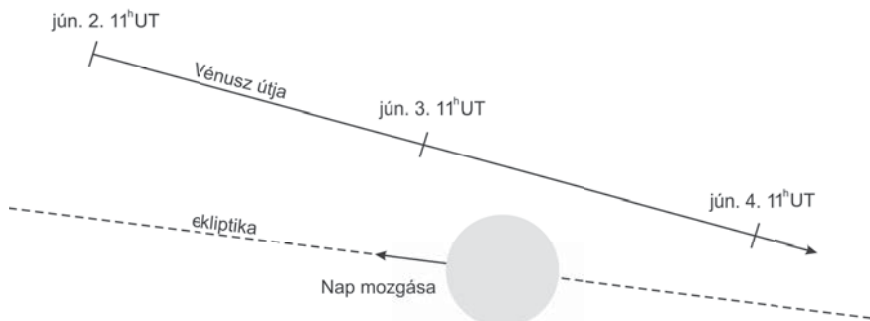
dátum		UT			J	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	fázis	h	CA	PA	
06	01	20	55	22	be	139229	7,3	80+	35	50S	156
06	02	19	35	46	be	2020	6,5	88+	33	84N	108
06	02	20	34	12	be	2022	5,5	88+	33	21S	183
06	06	20	57	37	ki	2602	5,4	98-	9	56N	307
06	06	21	31	23	ki	2607	5,9	98-	12	63N	300
06	07	23	40	33	ki	2792	6,9	94-	16	62S	239
06	11	0	40	11	ki	3214	6,8	71-	15	30N	312
06	12	2	8	54	ki	3343	5,7	61-	23	55S	214
06	12	2	35	17	be	3349	4,1	61-	26	-64N	43
06	12	3	54	3	ki	3349	4,1	61-	29	78N	261
06	17	2	14	17	ki	368	6,2	16-	14	89S	246
06	19	8	29	9	be	Vénusz	-4,4	4-	60	-7S	155
06	25	20	5	29	be	99058	8,5	23+	18	70N	89
06	26	19	50	53	be	1622	8,2	33+	25	65N	86
06	29	20	21	38	be	139581	7,3	67+	27	47S	155

### A Vénusz „majdnem” átvonulása június elején

Az emberek nagyon szeretik a földi években mért kerek évfordulókat, például tavaly volt Hell Miksa és Sajnovics János 1769-es vardói expedíciójának 250. évfordulója. Viszont ha a Vénusz-átvonulások ciklusát megnézzük, ott nem tíz években mérjük a kerek évfordulókat. Feltűnik hogy a 2004. és 2012. júniusi két átvonulás között pontosan nyolc év telt el, akkor idén is kel-

lene lennie egynek. Hogy megértsük az átvonulások dinamikáját, érdemes fellapozni a 2012-es Csillagászati évkönyvet, akkor alaposan kiveséztük a témát. Most ebből idézünk (88. oldal): „De miért ilyen ritka a Vénusz-átvonulás? A fenti áttekintést megvizsgálva furcsa ciklikusságot vehetünk észre. Az egymást követő átvonulások között rendre 8 – 121,5 – 8 – 105,5 év telik el. A Föld június elején és december elején keresztezi a Vénusz keringési síkját, így csak akkor van átvonulás, ha ez utóbbi éppen alsó együttállásban van. Ha megnézzük a Föld és a Vénusz keringési idejét, látható, hogy 8 földi keringésre 13 Vénusz-keringés esik, 22,5 óra eltéréssel. Vagyis ha átvonulást láttunk, 8 év elteltével ismét átvonulás lesz látható. Újabb 8 év elteltével viszont – a 22,5 óra eltérés miatt – a Vénusz már túl korán vagy túl későn érkezik a csomópontba, nem látszik átvonulás. De ahogy telnek a 8 éves periódusok, 105,5 vagy 121,5 év elteltével ismét átvonulási szezon kezdődik – az átellenes csomópontnál. Tovább vizsgálva a keringési időket, észrevehető, hogy 235 földi keringésre 382 vénuszi esik 12,9 óra különbséggel, illetve 243 földre 395 vénuszi 9,6 óra különbséggel. Ezek alapján az átvonulások is ciklusokba, családokba rendezhetők. Vagyis:  $1761+8=1769$ ;  $1769+235=2004$ ;  $1769+243=2012$ , a júniusi átvonulások esetében. Hasonló ciklust találunk a decemberi eseményekre: 1874 és 1882, majd 2117 és 2125. A Vénusz-átvonulásoknak is megvan a maga „Szárosz-ciklusa”, amelyek szintén keletkeznek, fejlődnek, végül elmúlnak. Ilyen „elmúlás” miatt maradt ki pl. 1388-ban az átvonulás: a Vénusz túl korán érkezett a csomópontba...”

A 2020-as átvonulásról a fentiek szerint néhány óra különbség miatt csúszunk le. Ha egy planetáriumprogrammal megnézzük a Nap és a Vénusz helyzetét, kiderül, hogy június 4-én 16 órakor a Vénusz éppen 15 ívpercre van az ekliptikától, közeledve a csomópontjához, miközben a Nap másfél fokkal (azaz 37 órával korábban) volt azon a helyen. Éppen csak elvük egymást. A 2012-es tapasztalatokból kiindulva az átvonulás előtt és után egészen sokáig sikerült követni a Vénuszt az esti és a hajnali égen. Sőt órágepes nagy távcsövekkel még a Nap közelében, tőle néhány fokkal is megpillantható volt a Vénusz hatalmas sarlója. Emlékezzünk idén a 8, illetve 16 évvel ezelőtti eseményekre a Vénusz követésével. Vajon ki tudja legtovább megfigyelni, esetleg épp a legnagyobb közelség idején? A két égitest június 3-án napnyugtakor, azaz 18:46 UT-kor lesz legközelebb egymáshoz. A Nap peremétől a Vénusz mindössze 12 ívperce, kevesebb mint egy Nap-sugárnyira lesz.



*A Vénusz útja a Naphoz viszonyítva június 2–4. között*

### A Vénusz nappali súroló fedése június 19-én

Különleges eseményre kerül sor a nyári napfordulókör, a sarló alakú Vénuszt elfedi a fogyó holdsarló. Két nappal vagyunk újhold előtt, a Hold fázisa 4%-os, vagyis 46 órá. Már hajnalban a sötét égen is megfigyelhetjük a Hold–Vénusz párost, de ekkor még 2,5°-ra lesznek egymástól. Napkeltekor a Hold már 10° magasan lesz, de inkább a Vénuszra állítsuk a távcsövünket, és azt kövessük, hiszen a Vénusz felületi fényessége nagyobb, könnyebb lesz a nappali fényzónában megpillantani. A fedésre még több mint öt órát kell várni, ekkor a Hold–Vénusz páros már 55°-kal lesz a horizont felett. A bolygó a holdperem déli részét érinti, a teljes fedésre csak az északnyugati országhatár közelében lehet számítani: Sopron és Mosonmagyaróvár a teljes fedés sávjába esik, az itt észlelők számára a teljes Vénusz-korong a Hold mögé kerül. A teljes fedés déli határvonala a Pereszteg–Hegykő–Jánossomorja vonal. Különlegesebb lesz a látvány az ettől délkeletre eső 115 kilométeres sávban, hiszen itt csak részlegesen fedi el a Hold a bolygó hatalmas, majdnem egy ívperces (pontosabban 51,4" átmérőjű) korongját. A részleges sáv déli határa a Nagykanizsa–Siófok–Lepsény–Ercsi–Maglód–Jászfényszaru–Nyékládháza–Szerencs vonal. Gyakorlatilag a Balatontól északra és az Északi-középhegység területén látszik a részleges fedés, így Budapesten is. Mivel a bolygó érintőlegesen vonul a Hold déli peremén, 8:10 és 8:50 UT között érdemes folyamatosan nyomon követni a látványt. Az első érintésre még a Hold világos oldalán kerül sor, először a láthatatlan bolygókorong érintkezik, majd a Vénusz-sarló északi széle fog fokozatosan elfogyni. A széles részleges sávban a Vénusz-sarló déli része végig látszani fog, amint a holdsarló világos, később a sötét oldalán vonul. A jelenség végén fokozatosan a teljes Vénusz-sarló előbukkan majd. Pontosabb előrejelzést négy városra tudunk adni, ezek azok a helyek, ahol a vénuszkorong középpontja is a Hold mögé kerül. A Vénusz fényessége -4,4 magnitúdó, elongációja 23°.

A Vénusz korongjára vonatkozó előrejelzés

hely	eltűnés				előbukkanás			
	sötét perem	sarló vége	korong közepe	világos perem	sötét perem	sarló vége	korong közepe	világos perem
Sopron	8 10 47	8 11 8	8 14 57	8 19 7	8 32 15	8 32 16	8 36 28	8 40 40
Szombathely	8 11 24	8 11 43	8 18 3	8 24 42	8 24 58	8 24 58	8 31 39	8 38 21
Győr	8 13 35	8 13 55	8 19 58	8 26 21	8 27 45	8 27 45	8 34 10	8 40 35
Tatabánya	8 11 40	8 12 1	8 23 5	8 34 29	8 19 49	8 42 35	8 31 13	8 42 36





*A súroló fedés határa Magyarországon*



*A Vénusz belépése*

### **A Hold, a Jupiter és a Szaturnusz együttállása június 9-én**

Június 9-én hajnalban (01:40 UT) a Jupiter, a Szaturnusz és a Hold deleléskor látványos égi háromszöget alkot. A két óriásbolygó 5°-ra, a Szaturnusz és a 87%-os, fogyó Hold 3,6°-ra lesz egymástól. Égi kísérőnk 19° magasan tartózkodik ekkor.



## Gyűrűs napfogyatkozás június 21-én

Az év harmadik fogyatkozása, egyben a nyári fogyatkozásdömping második eseménye egy rövid gyűrűs napfogyatkozás. Magyarországon nem vagyunk szerencsés helyzetben, mivel csak a Nagyatád–Kiskunlacháza–Üllő–Visonta vonaltól délkeletre látható, ahogy a Hold egy piciny darabkát kiharap a Nap korongjából. A legnagyobb fokú részleges fázist Battonyától délre látni, de itt is csak 0,732%-os a fogyatkozás nagysága. Szabad szemmel nem biztos, hogy észrevehető. A Vajdaság és főleg Erdély ennél szerencsésebb, Brassónál 3% feletti ez az arány. A gyűrűs napfogyatkozás sávja Afrika szarvától északra, az Arab-félsziget déli részén, Pakisztánon, Indián, Tibeten, Kínán és Tajvanon halad át.

A Hold félárnyéka 3:45:54-kor érinti Afrika földjét a Viktória-tótól keletre, Migori közelében. Beborítja Afrikát és az Arab-félszigetet, és 4:47:38-kor az antiumbra is eléri a Föld felszínét az Ubangi folyónál, Kongó határában. Gyűrű alakú napkorong kel fel, a gyűrűs fázis 1 perc 22 másodpercig tart, az árnyékkúp 85,2 km széles. Villámgyorsan halad északkeleti irányba, áthalad a Kongói Demokratikus Köztársaság, Dél-Szudán és Etiópia földjén, és Eritreánál éri el a Vörös-tengert. 5:04:29-kor a Nap 30,5° magasan áll, a gyűrűs fázis 1 perc 6 másodperc hosszú, az árnyékkúp 54,1 km szélességű, sebessége 1,45 km/s. Egy perc múlva már az Arab-félszigeten suhan, mozgása lassul, és több mint fél óra kell, mire átszeli. A félszigetet 5:39:21-kor hagyja el az árnyék Maszkat városától délre. A Nap 56,4° magasan áll, a gyűrűség már csak 50 másodpercig tart, az árnyékkúp 32,6 kilométerre zsugorodott, és 735 m/s sebességgel „cammog”. 11 perc alatt átszeli az Arab-öblöt, majd Iránt, Pakisztánt és Indiát keresztezve eléri a Himálját. Joshimath közelében van a fogyatkozás maximuma, 6:40:06-kor. A Nap gyűrűje 82,9° magasan áll az égen, a gyűrűs fogyatkozás 38 másodpercig tart, az árnyékkúp már csak 21,2 km szélességű, és 549 m/s sebességgel mozog a felszínen. Ezután az árnyék átszeli Tibetet és Kína középső részét. A tengerparti Hsziamen 8:10:47-kor teljesen beborítja az antiumbra. A Nap 58 másodpercig gyűrű alakúnak látszik 35° magasan az égen. Az árnyékkúp immár 44,1 km széles, és 1,23 km/s sebességgel száguld délkelet felé, hogy három perccel később elérje Tajvant, amin további 2,5 perc alatt át is rohan. Tovább gyorsulva elsuhan Guam szigetétől délre, hogy tőle 375 km-re délkeletre elhagyja a Földet. 8:32:16 az idő, a horizonton a gyűrű alakú Nap lenyugodott. A gyűrűsség 1 perc 17 másodpercig tartott, az antiumbra 79,5 km széles lett. A félárnyék 9:33:58-kor távozik bolygónk felületéről, a Fülöp-szigetektől 500 km-re keletre.

A Nap–Hold páros a Bikából lép át az Ikrek csillagképbe, a Hold felszálló csomópontja közelében. A Nap látszó mérete majdnem a lehető legkisebb, átmérője 31,47′. A Hold hat nap múlva lesz földtávolban, látszó átmérője átlagos, 30,8′. A kettő különbsége 0,67′ a Nap javára, ami magyarázza a rövid gyűrűs fázis hosszát. A vékony gyűrű ellenére az ég eléggé világos marad, esetleg a legfényesebb téli csillagok látszanak az égen. A Vénusz 24,5°-ra van nyugatra a Naptól, és elég fényes ahhoz, hogy bizonyosan látsszon. A Merkúr 14°-ra délkeletre van, de túl halvány ahhoz, hogy látsszon.

Ez a napfogyatkozás a 137-es Szárosz-sorozat 36. napfogyatkozása a 70-ből.

A részleges napfogyatkozás kontaktusai  
(a fogyatkozás csak a délkeleti országrészről figyelhető meg)

hely	I. kontaktus					maximum				IV. kontaktus				
	UT			PA	Alt	UT				UT			PA	Alt
	h	m	s	°	°	h	m	s	°	h	m	s	°	°
Debrecen	5	30	4	177	26	5	43	2	28	5	56	1	155	30
Kaposvár	5	36	3	170	24	5	40	4	25	5	43	54	163	26
Kecskemét	5	31	40	175	25	5	41	27	27	5	51	8	158	28
Miskolc	5	39	36	170	27	5	43	41	28	5	47	34	163	28
Nyíregyháza	5	32	58	175	27	5	43	44	28	5	54	26	157	30
Paks	5	32	35	173	24	5	40	46	26	5	48	49	159	27
Pécs	5	30	10	174	24	5	39	43	25	5	49	12	158	27
Szeged	5	25	30	179	24	5	40	29	27	5	55	35	153	29
Székszárd	5	30	35	175	24	5	40	16	26	5	49	53	158	27

## Üstökös

6

**C/2017 T2 (PANSTARRS).** Hosszas cirkumpoláris láthatóság után a már távolodó üstökös meredeken délkelet felé veszi az irányt, és 8,5 magnitúdó körül fél magnitúdót halványodva előbb átszeli a Göncölszekeket, hogy a  $\beta$  Canum Venaticorum közelében fejezze be e havi útját. Láthatósága lassan romlik, egyre inkább az esti égen kell keresnünk, viszont közben galaxisokban gazdag vidéken mozog. Látványosabb közelítései közé tartozik 16-án a 9,8 magnitúdós M109, 19-én a 11,1 magnitúdós NGC 4088, 23-án a 9 magnitúdós M106 és a hónap utolsó estéjén egy kölcsönható galaxis, a 9,8 magnitúdós NGC 4490 melletti elhaladása.

C/2017 T2 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_v$ (m)
06.01.	10 53 43	+64 51 52	1,661	1,656	72	8,3
06.06.	11 16 34	+61 17 41	1,667	1,672	73	8,3
06.11.	11 35 43	+57 31 05	1,680	1,691	73	8,4
06.16.	11 52 06	+53 36 19	1,699	1,711	73	8,5
06.21.	12 06 25	+49 37 08	1,724	1,735	74	8,6
06.26.	12 19 08	+45 36 52	1,756	1,760	73	8,7
05.31.	10 48 36	+65 32 47	1,660	1,653	72	8,3

## Évfordulók

### 100 éve halt meg John Grigg

(1838. június 4., Thanet – 1920. június 20., Thames)

Az angol származású, új-zélandi üstökösészlelő John Grigg ifjú kora óta érdeklődött a csillagászat iránt, de hosszú időn keresztül egyáltalán nem foglalkozott vele. 1863-ban Új-Zélandra költözött, és zenével kapcsolatos vállalkozásba kezdett: órákat adott, hangszereket árult stb.

Az 1874. évi Vénusz-átmenet élesztette újjá csillagászati érdeklődését. Komolyabban azonban csak 1894-től kezdett észlelni, amikor felhagyott az üzletével. Mivel a déli féltekén ekkor még kevés obszervatórium létezett, Grigg kitűnő helyzetben volt, amit ki is használt. Számos olyan üstökös, amelyek a perihélium után a déli égen voltak láthatók, ő figyelte meg utoljára. Ezenkívül több új üstökös is felfedezett: 26P/1902 O1 („Ueber die Entdeckung eines neues Cometen 1902 c,” *Astronomische Nachrichten* **159**, 389–392, 1902), C/1903 H1 („Comet 1903 b,” *Journal of the British Astronomical Association* **14**, 77–79, 1903), és C/1907. Nemcsak vizuálisan észlelt, hanem fényképezéssel is kísérletezett („Photography with a Small Telescope,” *Journal of the British Astronomical Association* **12**, 125–126, 1902).



### 250 éve volt a Lexell-üstökös rekord földközelsége



A Lexell-üstökös (D/1770 L1) neve ellenére Charles Messier fedezte fel 1770-ben (D. Pingré: „Éléments de l'orbite de la comète découverte par M. Messier, le 14 Juin 1770,” *Histoire de l'Académie Royale des Sciences, Mémoires, Année M. DCCLXX*, pp. 255–256, 1770) a Sagittarius csillagképben. A megfigyelt üstökösök közül ez közelítette meg legjobban a Földet, 0,015 csillagászati egységre (2200000 km). A perigeum 1770. július 1-jén volt. Az üstökös október elejéig volt látható, Messier 3-án látta utoljára.

Az észlelésekhez parabolikus és elliptikus pályákat is számoltak. A parabolikus pálya perihéliuma augusztus 9–10-re adódott, míg az elliptikusé augusztus 13–14-e körülre. Az üstökös Anders Johann Lexell (1740–1784) finn csillagászlól nevezték el, aki az első elliptikus pályát számolta ki rá („Recherches sur la Période de la Comète, observée en 1770, d'après les observations de M. Messier,” *Histoire de l'Académie Royale des Sciences, Mémoires, Année M. DCCLXXVI*, pp. 638–651, 1776).

Noha a Lexell által kiszámolt periódus (5,585 év) rövid, az üstököst többször nem sikerült megfigyelni. Ennek oka feltehetően a Jupiter által okozott perturbáció. Quan-Zhi Ye, Paul Weigert és Man-To Hui egy 2018-ban megjelent cikkükben újrászámolták az üstökös lehetséges pályáját Messier megfigyelései alapján, és úgy találták, hogy – noha az első megjelenése óta senki se látta –, az objektum mégis itt található a Naprendszer belső vidékén. Elképzelhetőnek tartották, hogy az üstökös ma mint a 2010 JL33 kisbolygó figyelhető meg, de teljes bizonyossággal ezt nem lehet állítani.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0:29.9	Ganymedes	mk
	0:48.4	Europa	áv
	2:04.3	lo	mv
	22:21.4	lo	áv
	23:17.9	lo	ev
5	22:15.6	Callisto	áv
8	0:37.2	Europa	ák
	0:41.6	Ganymedes	fk
	0:44.7	lo	fk
	21:59.0	lo	ák
	22:47.5	lo	ek
9	0:15.6	lo	áv
	1:04.6	lo	ev
	22:16.8	lo	mv
	23:42.8	Europa	mv
15	23:53.1	lo	ák
16	0:33.2	lo	ek
16	21:06.6	lo	fk
	21:52.1	Europa	fk
17	0:01.9	lo	mv
	2:02.0	Europa	mv
	20:38.6	lo	áv
	21:16.8	lo	ev
18	20:58.9	Ganymedes	ek
	21:49.8	Ganymedes	áv
19	0:20.6	Ganymedes	ev
22	21:29.5	Callisto	ev
23	1:47.3	lo	ák
	23:00.2	lo	fk
24	0:29.0	Europa	fk
	1:46.3	lo	mv
	20:15.9	lo	ák
	20:44.4	lo	ek
	22:33.0	lo	áv
	23:01.7	lo	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
25	20:12.3	lo	mv
	21:47.2	Europa	áv
	22:31.7	Ganymedes	ák
	22:41.2	Europa	ev
26	0:19.4	Ganymedes	ek
	1:50.1	Ganymedes	áv
30	23:18.4	Callisto	fk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

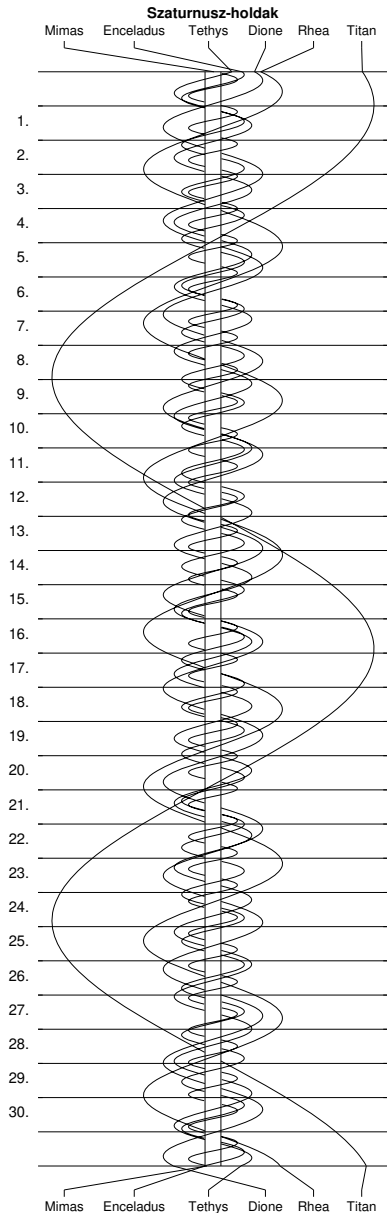
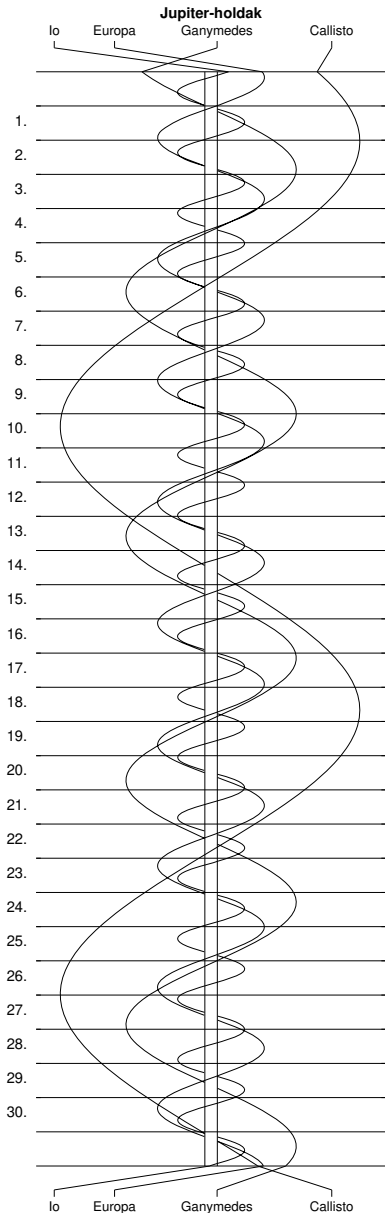
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



## Múzeumok éjszakája

Hazánkban 2003-ban rendezték meg először a Múzeumok éjszakáját, amely az azóta eltelt évek során hallatlan népszerűsége tett szert. A Múzeumok hosszú éjszakáját (Lange Nacht der Museen) a berlini múzeumok szervezték meg először, 1997-ben. Ezt a sikeres eseményt vették át Európa más múzeumi és kulturális intézményei. Magyarországon a nyári napfordulóhoz közeli hétfőre szombatjára szervezik a Múzeumok éjszakáját.

Hamisíthatlan kulturális fesztivállá vált a Múzeumok éjszakájára, amikor olyanok is felkeresik a múzeumokat, akiknek egyébként nincs idejük vagy uralomuk igényük a rendszeres múzeumlátogatásra. Az éjszakai időpont, a nyári napforduló közelsége épp úgy hozzájárult a Múzeumjének sikeréhez, mint az, hogy manapság egyre inkább népszerűek a fesztivál jellegű rendezvények. Budapesten, ahol viszonylag kis területen található nagyon sok múzeum, különösen nagy kultusza lett a „Múzej”-nek. Nem túl nagy összegért vásárolható karszalaggal valamennyi fővárosi múzeum látogatható ilyenkor, ami természetesen alkalmanként és helyszínenként óriási éjszakai zsúfoltságot is eredményez.

Ha éjszaka, akkor távcsöves bemutató! Nagyon sok csillagászati szervezet, szakkör csatlakozik a helyi múzeumok által szervezett éjszakai programokhoz. A bemutatók természetesen erősen függenek az aktuális időjárási helyzettől, épp ezért a szervezők többnyire zárt térben megtartható programokról is gondoskodnak (ez lehet előadás, közös foglalkozás, filmvetítés is). Távcsöves bemutatók szervezői számára feltétlenül ajánljuk, hogy csatlakozzanak a lakhelyükhez közel eső múzeumok éjszakai programjaihoz.

6



*Az MCSE távcsöves Nap-bemutatója 2003-ban, az Iparművészeti Múzeumban, a legső magyarországi Múzeumok éjszakája alkalmával.*

$$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$$

# Kalendárium – július

KÖZEI

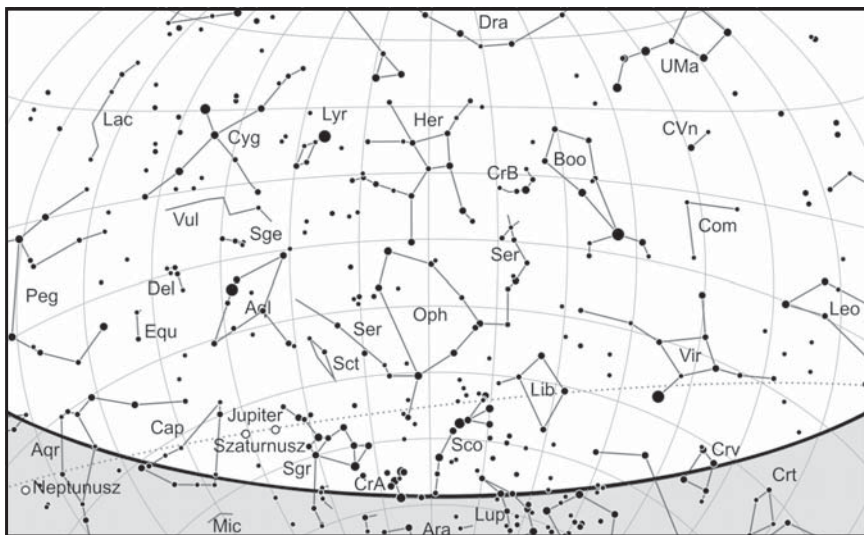
dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel, nyugszik h m	h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, delel, nyugszik h m	h m	h m	h m
1. sz 183.	3 50	11 48	19 45	65,6	-3,9	15 44	20 43	1 02	
2. cs 184.	3 51	11 48	19 44	65,5	-4,1	17 02	21 38	1 32	
3. p 185.	3 52	11 48	19 44	65,4	-4,3	18 15	22 36	2 08	
4. sz 186.	3 52	11 48	19 44	65,3	-4,4	19 22	23 35	2 53	
5. v 187.	3 53	11 48	19 43	65,2	-4,6	20 17	–	3 47	○ 5 44
28. hét									
6. h 188.	3 54	11 48	19 43	65,1	-4,8	21 02	0 32	4 49	
7. k 189.	3 55	11 49	19 42	65,0	-4,9	21 37	1 26	5 56	
8. sz 190.	3 55	11 49	19 42	64,9	-5,1	22 05	2 17	7 05	
9. cs 191.	3 56	11 49	19 41	64,8	-5,3	22 29	3 05	8 13	
10. p 192.	3 57	11 49	19 41	64,7	-5,4	22 49	3 49	9 19	
11. sz 193.	3 58	11 49	19 40	64,5	-5,5	23 08	4 31	10 23	
12. v 194.	3 59	11 49	19 39	64,4	-5,7	23 27	5 12	11 27	
29. hét									
13. h 195.	4 00	11 49	19 39	64,2	-5,8	23 46	5 53	12 30	● 0 29
14. k 196.	4 01	11 50	19 38	64,1	-5,9	–	6 34	13 34	
15. sz 197.	4 02	11 50	19 37	63,9	-6,0	0 07	7 17	14 39	
16. cs 198.	4 03	11 50	19 36	63,8	-6,1	0 32	8 03	15 45	
17. p 199.	4 04	11 50	19 35	63,6	-6,2	1 01	8 52	16 51	
18. sz 200.	4 05	11 50	19 34	63,4	-6,3	1 39	9 44	17 55	
19. v 201.	4 06	11 50	19 33	63,2	-6,3	2 25	10 39	18 54	
30. hét									
20. h 202.	4 07	11 50	19 32	63,0	-6,4	3 23	11 36	19 44	● 18 33
21. k 203.	4 08	11 50	19 31	62,8	-6,4	4 30	12 34	20 26	
22. sz 204.	4 09	11 50	19 30	62,6	-6,5	5 45	13 29	21 00	
23. cs 205.	4 11	11 50	19 29	62,4	-6,5	7 03	14 23	21 29	
24. p 206.	4 12	11 50	19 28	62,2	-6,5	8 21	15 15	21 54	
25. sz 207.	4 13	11 50	19 27	62,0	-6,5	9 40	16 05	22 18	
26. v 208.	4 14	11 50	19 26	61,8	-6,5	10 57	16 56	22 41	
31. hét									
27. h 209.	4 15	11 50	19 24	61,5	-6,5	12 15	17 46	23 06	● 13 32
28. k 210.	4 17	11 50	19 23	61,3	-6,5	13 32	18 38	23 34	
29. sz 211.	4 18	11 50	19 22	61,1	-6,5	14 49	19 32	–	
30. cs 212.	4 19	11 50	19 20	60,8	-6,5	16 03	20 28	0 07	
31. p 213.	4 20	11 50	19 19	60,6	-6,4	17 10	21 25	0 48	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## Július

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 459 032	18 38 02	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 459 033	18 41 59	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 459 034	18 45 55	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 459 035	18 49 52	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 459 036	18 53 48	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
28. hét			
6.	2 459 037	18 57 45	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 459 038	19 01 42	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 459 039	19 05 38	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 459 040	19 09 35	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 459 041	19 13 31	Amália, Alma
11.	2 459 042	19 17 28	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 459 043	19 21 24	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
29. hét			
13.	2 459 044	19 25 21	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 459 045	19 29 17	Örs, Stella, Esztella, Ferenc, Zalán
15.	2 459 046	19 33 14	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 459 047	19 37 11	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 459 048	19 41 07	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 459 049	19 45 04	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 459 050	19 49 00	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
30. hét			
20.	2 459 051	19 52 57	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 459 052	19 56 53	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 459 053	20 00 50	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 459 054	20 04 46	Lenke, Brigitta
24.	2 459 055	20 08 43	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 459 056	20 12 40	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsakin
26.	2 459 057	20 16 36	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
31. hét			
27.	2 459 058	20 20 33	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 459 059	20 24 29	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 459 060	20 28 26	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 459 061	20 32 22	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 459 062	20 36 19	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna





*A déli égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap elején a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 10-én már kereshető napkelte előtt az északkeleti látóhatár közelében, fél órával kel a Nap előtt. Láthatósága gyorsan javul, 22-én van legnagyobb nyugati kitérésben,  $20,1^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor másfél órával kel korábban, mint a Nap. Ez idei egyik legjobb hajnali láthatósága, amely a hónap végéig kitart.

**Vénusz:** A hajnali ég ragyogó fehér fényű égiteste, a keleti látóhatár felett látható. A hónap elején közel két, a végén több mint három órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4,7^m$ -ről  $-4,6$ -ra változik, fázisa  $0,19$ -ről  $0,42$ -re nő, átmérője  $43,8''$ -ről  $27,6''$ -re csökken.

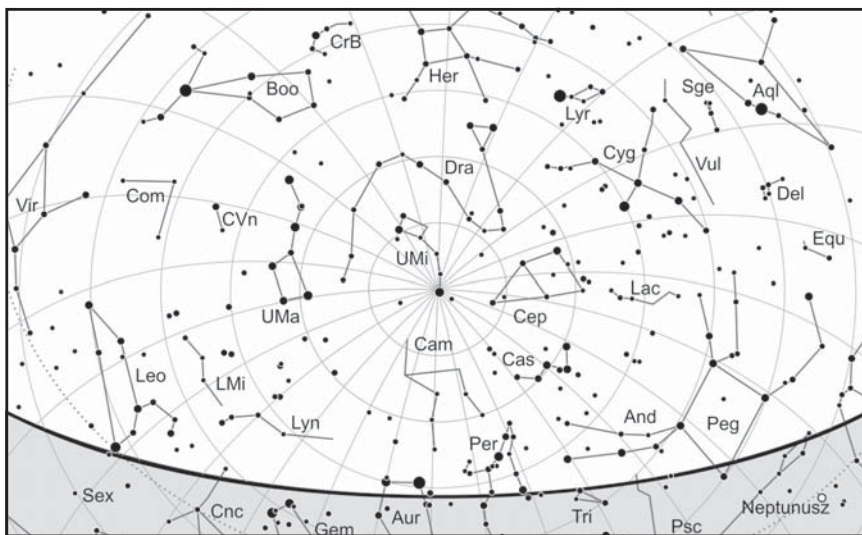
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Halak, 8-tól a Cet, majd 27-től ismét a Halak csillagképben. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében látható a déli égen. Egyre fényesebbnek látszik, ami a vörös színével együtt megkönnyíti a megtalálását. Fényessége  $-0,5^m$ -ről  $-1,1^m$ -ra, látszó átmérője  $11,5''$ -ről  $14,5''$ -re nő.

**Jupiter:** Hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. 14-én szembenállásban van a Nappal, egész éjszaka látszik fényesen a déli égen. Fényessége  $-2,8^m$ , átmérője  $47,6''$ .

**Szaturnusz:** Hátráló mozgást végez a Bak, 3-tól pedig a Nyilas csillagképben. Egész éjszaka megfigyelhető. 20-án van szembenállásban a Nappal. Fényessége  $0,2^m$ -ről  $0,1^m$ -ra nő az oppozíció idejére, átmérője  $18,4''$ -ről  $18,5''$ -re nő.

**Uránusz:** Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható. Előretartó mozgása a Kos csillagképben egyre lassul.

**Neptunusz:** A késő esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható, hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



*Az északi égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
07.01.	0:54	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
07.01.	22:28	a (42) Isis kisbolygó (10,7 magnitúdós) 9'-cel északnyugatra látható a $\zeta$ Lib-től (5,5 magnitúdós)
07.01.	23:43	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 32'-cel délre látható a $\beta$ CVn-től (4,2 magnitúdós)
07.02.	19:07	az (532) Herculina kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Nyilas csillagkép)
07.02.	23:59	a Hold minimális librációja ( $l = +3,57^\circ$ , $b = -1,81^\circ$ , 94,1%-os, növekvő holdfázis)
07.04.	11:35	a Föld naptávolban (1,0167 CSE-re, 152,095396 millió km-re)
07.05.	4:44	telehold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 31' 31")
07.05.	21:07	a Jupiter 2,7°-ra északra látható a 99,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben
07.06.	1:55	a Vénusztól 16,0°-cel északra látható a $\delta^2$ Tau (4,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben
07.06.	2:12	a Szaturnusz 5,5°-ra északkeletre látható a 99,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
07.07.	22:36	a 91,7%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 10' 41"-re délre látható a 37 Capricorni (5,7 magnitúdós)
07.08.	0:00	a (19) Fortuna kisbolygó (11,2 magnitúdós) 13'-cel keletre látható a 12 Psc-től (6,9 magnitúdós)
07.08.	1:02	a Hold mögül kilép az $\epsilon$ Capricorni (4,5 magnitúdós, 91%-os, csökkenő holdfázis)

Dátum	Idő	Esemény
07.09.	12:43	a Hold maximális librációja ( $l = +3,71^\circ$ , $b = +6,45^\circ$ , 80,9%-os, csökkenő holdfázis)
07.09.	21:38	a (7) Iris kisbolygó (9,1 magnitúdós) 1'-cel délkeletre látható a 16 Sgr-től (6,0 magnitúdós)
07.10.	0:03	a (19) Fortuna kisbolygó (11,1 magnitúdós) 10'-cel északnyugatra látható a 13 Psc-től (6,4 magnitúdós)
07.11.	22:43	a Mars 2,8°-ra északnyugatra látható az 59,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Cet csillagképben
07.12.	0:08	a Szaturnuszról 1,4°-kal délre látható az M75 gömbhalmaz (NGC 6864, 8,6 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
07.12.	19:26	a Hold földtávolban (404160 km, látszó átmérő: 29' 33", 51,8%-os, csökkenő holdfázis)
07.12.	23:29	utolsó negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 29' 34")
07.14.	7:58	a Jupiter oppozícióban a Nyilas csillagképben (-2,8 magnitúdós, 47,6" átmérő)
07.15.	8:52	a (2) Pallas kisbolygó oppozícióban (9,6 magnitúdós, Nyil csillagkép)
07.15.	19:10	a (134340) Pluto törpebolygó oppozícióban (14,3 magnitúdós, Nyilas csillagkép)
07.16.	8:38	a (129) Antigone kisbolygó oppozícióban (9,5 magnitúdós, Nyilas csillagkép)
07.16.	20:07	a Hold minimális librációja ( $l = -4,43^\circ$ , $b = +2,47^\circ$ , 16,1%-os, csökkenő holdfázis)
07.17.	1:32	a Vénusztól 1,3°-kal északra látható az NGC 1647 nyílthalmaz (6,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Bika csillagképben
07.17.	2:24	a Vénusz 2,7°-ra délkeletre látható a 14,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Bika csillagképben
07.18.	19:56	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
07.19.	0:29	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
07.19.	2:02	a Merkúr 3,2°-ra délre látható a 3,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól az Ikrek csillagképben
07.19.	2:44	38 óra 49 perces holdsarló 10,2° magasan a reggeli égen (a Merkúrtól 3,2°-ra északra)
07.19.	21:12	a C/2017 T2 (PanSTARRS) üstökös 7'-cel délre látható a 41 Com-tól (4,8 magnitúdós)
07.20.	17:33	újhold (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 31' 41")
07.20.	22:27	a Szaturnusz oppozícióban a Nyilas csillagképben (0,1 magnitúdós, 18,5" átmérő)
07.21.	18:54	25 óra 21 perces holdsarló 4,0° magasan az esti égen
07.22.	15:12	a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (20,1°, 0,2 magnitúdós, 7,8" átmérő, 38% fázis, Ikrek csillagkép)
07.23.	21:01	a (3) Juno kisbolygó (11,3 magnitúdós) 9'-cel délre látható az NGC 4900 galaxistól (11,4 magnitúdós) a Szűz csillagképben
07.24.	1:34	a Vénusztól 7' 58"-cel északra látható a 104 Tau (4,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
07.24.	4:07	a Hold maximális librációja ( $l = -1,79^\circ$ , $b = -6,57^\circ$ , 15,0%-os, növekvő holdfázis)
07.25.	4:54	a Hold földközélnben (368392 km, látszó átmérő: 32' 26", 24,4%-os, növekvő holdfázis)
07.26.	9:26	a Merkúr dichotómiája (19,5°-os nyugati elongáció, 7,0" látszó átmérő)
07.27.	2:37	a Merkúr kedvező hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 7,4°, -0,3 magnitúdós, fázisa 53%

Dátum	Idő	Esemény
07.27.	12:33	első negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 32' 17")
07.28.	21:32	a Hold mögé belép a 32 Librae (5,6 magnitúdós, 65%-os, növekvő holdfázis)
07.30.	12:54	a Hold minimális librációja ( $l = +4,36^\circ$ , $b = -1,29^\circ$ , 81,6%-os, növekvő holdfázis)

## Félárnyékos holdfogyatkozás július 5-én

A nyári fogyatkozás-sor utolsó jelensége egyben az év negyedik fogyatkozása. A kis fokú félárnyékos holdfogyatkozás érdektelen lesz látnivaló szempontjából, ugyanis a holdkorong harmada sem merül a penumbra-ba. Ezért talán nem kár, hogy Magyarországról nézve nem látszik ez az esemény. A Hold végig fenn van az égen Amerikából nézve (kivéve az északi sarkkör környéki területeket), illetve Afrika nyugati részéről is. A holdfogyatkozás közepe látszik Nyugat-Európából, Afrika középről és Új-Zélandról.

A félárnyék 3:07:23-kor érinti a Hold északkeleti peremét. Jelenléte talán észlelhető lesz a fogyatkozás közepén, 4:30:00-kor, amikor a holdkorong északi pereme elég mélyen merül a félárnyékba, hogy enyhén érzékelhető változást okozzon. E pillanatban a Hold északi része 11,18' mélyen lóg bele a félárnyékba, ami a Hold látszó átmérőjének kicsit több mint harmada. A holdkorong középpontja 4,58' távol van a penumbra szélétől, míg ez a távolság a déli perem esetében 20,34'. A félárnyék lassan levonul égi kísérőnkről, és 5:52:23-kor el is hagyja azt. Az egész holdfogyatkozás 2 óra 45 perc hosszan tart, nagysága 0,3546 penumbrális magnitúdó.

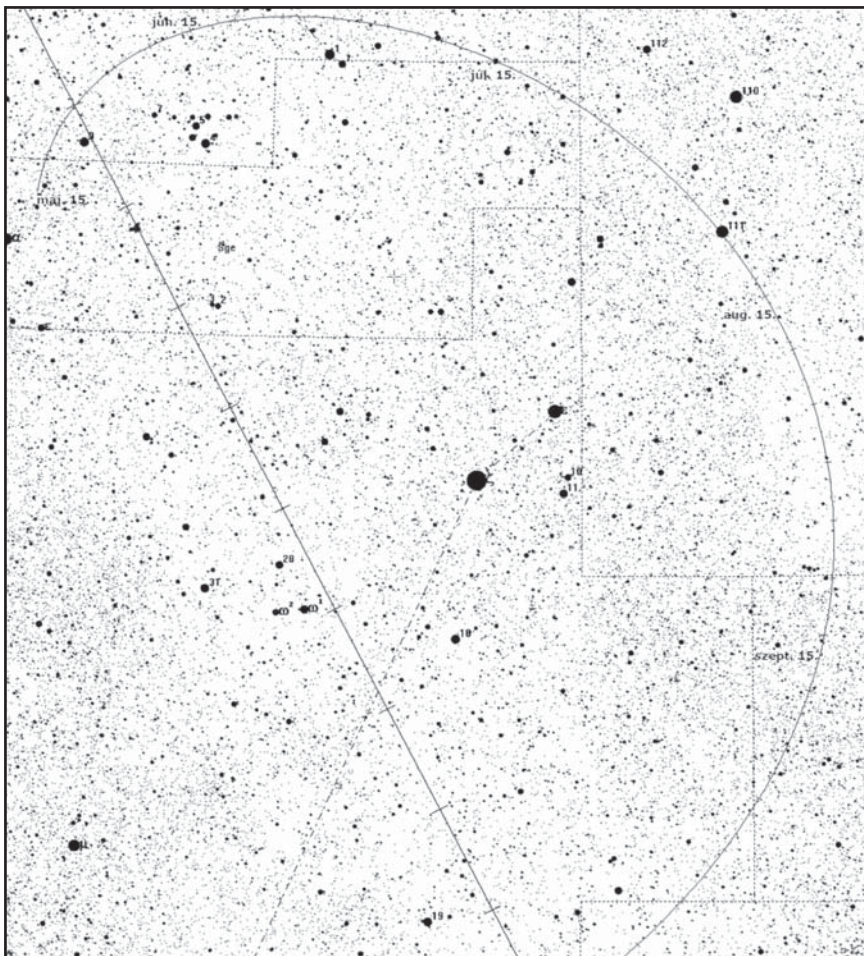
A holdfogyatkozás idején a Hold a Nyilas csillagkép közepén tartózkodik. A telehold fénye miatt csak a legfényesebb csillagok látszanak. A Holdtól keletre látszik a Jupiter bő  $10^\circ$ -ra, a Szaturnusz pedig majdnem  $17^\circ$ -ra. Nyugatra  $32^\circ$ -ra az Antares vörös fénye ragyog.

A Hold öt napja volt földközeli, látszó átmérője 31,52'.

Ez a holdfogyatkozás a 149-es Szárosz-sorozat 3. fogyatkozása a 72-ből.

## A Hold csillagfedései

dátum	UT	J	csillag	Hold	pozíció
hó nap	h m s		m	fázis h	CA PA
07 01	19 18 19	be	2232 7,2	86+ 25	31S 165
07 08	1 2 21	ki	3164 4,5	91- 23	79S 247
07 11	5 3 53	ki	5 4,6	67- 33	82N 256
07 12	23 36 41	ki	208 7,0	50- 11	67N 271
07 16	1 12 13	ki	93585 7,8	22- 15	83S 249
07 16	1 36 49	ki	93589 8,1	22- 19	89N 256
07 17	1 24 23	ki	94031 7,4	14- 12	53N 296
07 24	16 18 6	be	1702 4,0	19+ 42	60N 80
07 28	21 32 26	be	2209 5,6	65+ 8	74N 89
07 31	20 57 13	be	2659 6,2	91+ 17	69S 106



A (2) Pallas kisbolygó keresőtérképe (oppozíció: július 15.)

## Üstökös

C/2017 T2 (PANSTARRS). A májusi napközelsége ( $q=1,615$  CSE) után már távolodó üstökös aktivitása még nem csökken jelentősen, de 1,8 és 2,1 CSE között növekvő földtávolsága miatt fényessége 9-ről 10 magnitúdóra csökken, miközben délkelet felé haladva előbb a Canes Venatici, majd a Coma Berenices csillagképekben kereshetjük. Az esti égen látszó üstökös a hónap első estéjén a  $\beta$  Canum Venaticorumtól fél fokkal délnyugatra észlelhető, majd 6-án este 20'-cel nyu-



gatra halad el a 13,4 magnitúdós NGC 4662 mellett, 14-én és 15-én a 4,9 magnitúdós 37 Comae Berenices közelében láthatjuk, 17-én a 13,4 magnitúdós NGC 4952-t közelíti meg 22 ívpercre, két nappal később pedig a 4,8 magnitúdós 41 Comae Berenicestől alig pár ívpercre kereshetjük.

C/2017 T2 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	$\Delta$ (CSE)	r (CSE)	E (°)	$m_1$ (m)
07.01.	12 30 38	+41 38 28	1,795	1,787	73	8,8
07.06.	12 41 10	+37 44 20	1,841	1,816	73	8,9
07.11.	12 50 58	+33 56 27	1,893	1,847	72	9,1
07.16.	13 00 10	+30 16 18	1,952	1,880	71	9,2
07.21.	13 08 53	+26 44 57	2,016	1,914	70	9,3
07.26.	13 17 15	+23 23 09	2,085	1,949	68	9,5
07.31.	13 25 18	+20 11 17	2,160	1,986	67	9,7

### A Dollond-kráter

Meglehetősen jelentéktelen, kisméretű kráter, közel a holdkorong középpontjához. Szelenografikus koordinátái: déli szélesség 10,4°, keleti hosszúság 14,4°. A Dollond a holdi gödörkráterek tipikus képviselője. A gödörkráterek a legegyszerűbb felépítésű kráterek, kör alakúak, megjelenésük tálszerű. A kráterperem néhányszor 10 méterrel, a nagyobbaknál egy-két száz méterrel emelkedik a környezetük fölé, a kráterben még nem láthatók csuszamlások, és sok esetben, ahogyan a Dollondnál is, a kráter talaja egyenes. A mélység-átmérő arányuk 1:5–1:10 körüli. Holdunk felszínén megszámlálhatatlanul sok gödörkráter található. Nagyjából 15 kilométeres átmérőig beszélhetünk gödörkráterekről, az ennél nagyobbak már a komplex kráterekhez tartoznak. A Dollond átmérője 11 km, mélysége 1600 méter. Még a legnagyobb műszerekkel sem látnánk rajta semmi szokatlant. Ami miatt mégis érdemes megjegyeznünk, az annak köszönhető, hogy mindössze 50 kilométerrel van az Apollo–16 leszállóhelyétől. A Dollond a leszállóhely azonosításának egyik alappontja. Ha az Apollo–16 leszállóhelyét akarjuk megtalálni, akkor elsőként keressük meg a 62 kilométeres Abulfedát, majd attól induljunk el északkelet felé, ahol egy különleges, az Abulfedánál valamivel kisebb és romosabb krátert találunk. Ez a Descartes, amelynek északi felét jelentős mennyiségű, világos árnyalatú törmelék takarja, a sáncának a délnyugati részén pedig egy, a Dollondnál is nagyobb parazitakráter található. Ez a Descartes A. A Descartes-től egy kráterátmérőnyivel északnyugatra találjuk a Dollondot. Ha megtaláltuk a Dollond-krátert, akkor szerkesszünk egy olyan egyenlő szárú háromszöget, aminek a Dollond fekszik a két szár csúcsában, a pontosan észak–déli fekvésű alapon fekvő csúcsok közül a déli az Abulfeda A lesz, az északi csúcs pedig valahová az Apollo–16 leszállóhelye környékére kerül. A leszállóhely egy 50 km körüli névtelen, sima aljzatú kráter keleti sáncának egy hiányzó szakaszán van. Mindenképpen használjunk holdtérképet az azonosításhoz. A legjobb választás a Rükl-féle holdatlasz, amelyben egy kicsiny fekete háromszög és egy felirat jelzi a leszállóhelyet. Geológiai szempontból nézve az Apollo–16 expedíciót általában csalódásnak tartják, mert nem a várt ősi vulkanizmus nyomait, hanem csak becsapódásos törmeléket, breccsát találtak az

űrhajósok. Ha távcsövünk látómezéjébe beállítjuk a kicsiny Dollond-krátert, ne mulasszuk el megkeresni az Apollo-16 leszállóhelyét.



*Térképrészlet Antonin Rükl:  
A Hold atlaszából, amelyen jól  
láthatjuk a Dollond-krátert  
és az Apollo-16 leszállóhelyét is*

## Évfordulók

### 50 éve halt meg Lucien d’Azambuja

(1884. január 21., Párizs – 1970. július 18., Salies-de-Béarn)

A francia d’Azambuja már 15 évesen a meudoni obszervatóriumba került Henri Deslandres segédjeként. 1908-ban előlépett segédből csillagásszá, de PhD-fokozatot csak 1930-ban kapott a Nap kromoszférájával kapcsolatos munkájáért. Deslandres és D’Azambuja a Nap kromoszféráját észlelték egy általuk épített spektroheliográfal („Le Spectrohéliographe et les photographies quotidiennes de l’atmosphère du Soleil”, *L’Astronomie* **34**, 433–446, 487–498, 1920). Különösen fontosnak tartották a protuberanciák megfigyelését.

1927-ben a párizsi és a meudoni csillagdak egyesítésekor D’Azambuja lett a napfizikai osztály vezetője.



Folytatták az 1919-ben elkezdett napi kromoszféra-megfigyelési programot, amellyel egy igen hosszú és homogén adatsort hoztak létre. A II. világháború alatt félbeszakadt munkát folytatva 1948-ban jelentette meg feleségével közösen alapvető munkáját, amely a napfizika fontos referenciaművévé vált hosszú évekre („Étude d'ensemble des protubérances solaires et de leur évolution”, *Annales de l'Observatoire de Paris, Section d'Astrophysique, a Meudon* **6**(7), 7–276, 1948).

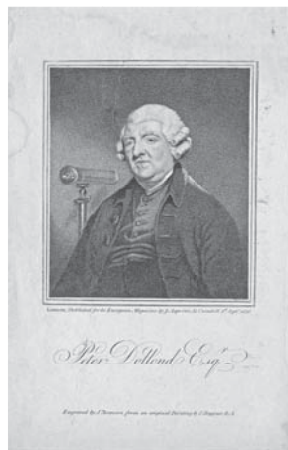
D'Azambuja 1932 és 1958 között az IAU Napfizikai Bizottságának elnöke volt, míg 1949 és 1951 között a Francia Csillagászati Egyesületé. Munkája elismeréseként számos kitüntetést kapott, közte a Janssen-érmet és a Lalande-díjat.

## 200 éve halt meg Peter Dollond

(1730. február 24., London – 1820. július 2., Kennington)

Peter Dollond családjának ősei Angliába menekült francia protestánsok voltak. Apja, John Dollond önképzéssel kiváló optikussá vált (feltalálta az akromatikus lencsét), és fiát, Petert már ő tanította. A fiatalabb Dollond 1750 körül optikai műhelyt nyitott Londonban, amelyhez hamarosan édesapja is csatlakozott. A vállalkozás sikeres volt, számos megrendelést kaptak akromatikus teleszkópok előállítására. Dollond már meglevő eszközöket is továbbfejlesztett, például kvadránsokat („A Letter from Mr. Peter Dollond, to Nevil Maskelyne, F. R. S. and Astronomer Royal; Describing Some Additions and Alterations Made to Hadley's Quadrant, to Render It More Serviceable at Sea”, *Philosophical Transactions* **62**, 95–98, 1772). Készített egy segédeszközt a refrakció hatásának kiküszöbölésére is („An Account of an Apparatus Applied to the Equatorial Instrument for Correcting the Errors Arising from the Refraction in Altitude”, *Philosophical Transactions* **69**, 332–336, 1779). Műszereit használták a Greenwichi Királyi Observatóriumban, és James Cook is vitt magával belőlük Föld körüli útjára, sőt vevői között tartják számon Leopold Mozartot és Thomas Jeffersont is.

Peter Dollond az American Philosophical Society tagja volt.



## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0:54.0	lo	fk
	22:10.2	lo	ák
	22:28.7	lo	ek
2	0:27.5	lo	áv
	0:46.1	lo	ev

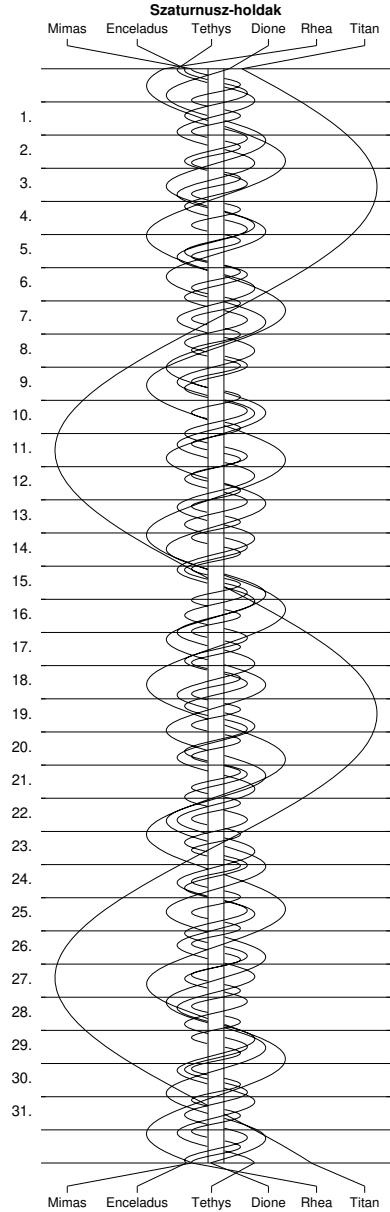
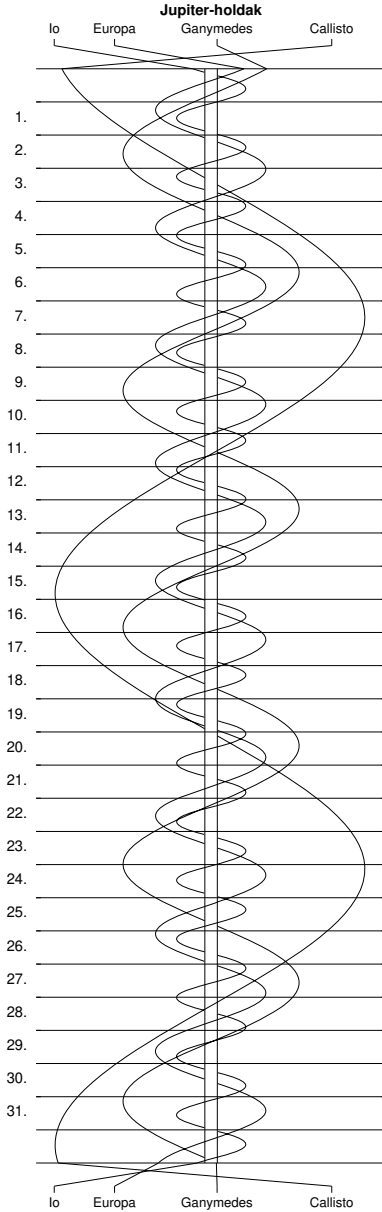
nap	UT h:m	hold	jelenség
	21:34.8	Europa	ák
	21:56.1	lo	mv
	22:08.0	Europa	ek
3	0:21.5	Europa	áv
	0:55.3	Europa	ev



nap	UT h:m	hold	jelenség
4	19:44.2	Europa	mv
6	20:42.5	Ganymedes	mv
9	0:04.8	lo	ák
	0:12.8	lo	ek
	21:16.4	lo	fk
	23:39.6	lo	mv
10	0:08.9	Europa	ák
	0:21.5	Europa	ek
	20:50.7	lo	áv
	20:56.1	lo	ev
11	21:59.5	Europa	mv
13	20:35.7	Ganymedes	fk
	23:59.4	Ganymedes	mv
16	1:56.7	lo	ek
	1:59.4	lo	ák
	23:06.5	lo	mk
17	1:27.2	lo	fv
	20:22.7	lo	ek
	20:28.1	lo	ák
	21:26.9	Callisto	fv
	22:40.1	lo	ev
17	22:45.5	lo	áv
18	19:55.8	lo	fv
	21:24.7	Europa	mk
19	0:29.0	Europa	fv
20	23:54.3	Ganymedes	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
24	0:50.3	lo	mk
	22:07.0	lo	ek
	22:22.9	lo	ák
25	0:24.2	lo	ev
	0:40.3	lo	áv
	19:16.3	lo	mk
25	21:50.2	lo	fv
	21:52.7	Callisto	ek
	23:40.5	Europa	mk
26	0:37.7	Callisto	ák
	1:58.0	Callisto	ev
	19:09.1	lo	áv
27	20:43.0	Europa	ev
	21:23.0	Europa	áv
31	20:06.3	Ganymedes	ev
	21:52.0	Ganymedes	áv
	23:51.7	lo	ek

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában  
 á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren  
 e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt  
 m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött  
 k = a jelenség kezdete  
 v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$

# Kalendárium – augusztus

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. sz 214.	4 22	11 50	19 18	60,3	-6,4	18 09	22 21	1 38	
2. v 215.	4 23	11 50	19 16	60,1	-6,3	18 57	23 16	2 36	
32. hét									
3. h 216.	4 24	11 50	19 15	59,8	-6,2	19 35	–	3 41	○ 16 59
4. k 217.	4 25	11 50	19 13	59,6	-6,1	20 06	0 09	4 49	
5. sz 218.	4 27	11 50	19 12	59,3	-6,0	20 31	0 57	5 57	
6. cs 219.	4 28	11 49	19 10	59,0	-5,9	20 53	1 43	7 04	
7. p 220.	4 29	11 49	19 09	58,7	-5,8	21 12	2 26	8 10	
8. sz 221.	4 31	11 49	19 07	58,4	-5,7	21 31	3 07	9 14	
9. v 222.	4 32	11 49	19 06	58,2	-5,5	21 49	3 48	10 17	
33. hét									
10. h 223.	4 33	11 49	19 04	57,9	-5,4	22 09	4 29	11 20	
11. k 224.	4 35	11 49	19 02	57,6	-5,2	22 32	5 11	12 24	● 17 45
12. sz 225.	4 36	11 49	19 01	57,3	-5,1	22 59	5 55	13 30	
13. cs 226.	4 37	11 48	18 59	57,0	-4,9	23 32	6 42	14 35	
14. p 227.	4 38	11 48	18 57	56,6	-4,7	–	7 32	15 40	
15. sz 228.	4 40	11 48	18 55	56,3	-4,5	0 14	8 25	16 40	
16. v 229.	4 41	11 48	18 54	56,0	-4,3	1 06	9 22	17 34	
34. hét									
17. h 230.	4 42	11 48	18 52	55,7	-4,1	2 10	10 19	18 20	
18. k 231.	4 44	11 47	18 50	55,4	-3,9	3 22	11 16	18 58	
19. sz 232.	4 45	11 47	18 48	55,0	-3,6	4 41	12 12	19 29	● 3 42
20. cs 233.	4 46	11 47	18 47	54,7	-3,4	6 01	13 06	19 56	
21. p 234.	4 48	11 47	18 45	54,4	-3,2	7 22	13 59	20 21	
22. sz 235.	4 49	11 46	18 43	54,0	-2,9	8 43	14 50	20 44	
23. v 236.	4 50	11 46	18 41	53,7	-2,6	10 02	15 42	21 09	
35. hét									
24. h 237.	4 52	11 46	18 39	53,4	-2,4	11 22	16 34	21 36	
25. k 238.	4 53	11 46	18 37	53,0	-2,1	12 40	17 28	22 08	● 18 58
26. sz 239.	4 54	11 45	18 35	52,7	-1,8	13 55	18 23	22 46	
27. cs 240.	4 56	11 45	18 33	52,3	-1,5	15 04	19 20	23 33	
28. p 241.	4 57	11 45	18 32	52,0	-1,3	16 05	20 16	–	
29. sz 242.	4 58	11 44	18 30	51,6	-1,0	16 55	21 11	0 28	
30. v 243.	5 00	11 44	18 28	51,3	-0,6	17 35	22 03	1 30	
36. hét									
31. h 244.	5 01	11 44	18 26	50,9	-0,3	18 08	22 52	2 36	

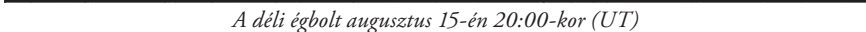
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

## Augusztus

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 459 063	20 40 15	Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia
2.	2 459 064	20 44 12	Lehel, Gusztáv, Mária
32. hét			
3.	2 459 065	20 48 09	Hermina, István, Lídia, Terézia
4.	2 459 066	20 52 05	Domonkos, Dominika
5.	2 459 067	20 56 02	Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária
6.	2 459 068	20 59 58	Berta, Bettina, Géza
7.	2 459 069	21 03 55	Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát
8.	2 459 070	21 07 51	László, Dominik, Domonkos, Gusztáv
9.	2 459 071	21 11 48	Emőd, János, Roland
33. hét			
10.	2 459 072	21 15 44	Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland
11.	2 459 073	21 19 41	Zsuzsanna, Tiborc, Klára, Lilian, Liliána, Lujza
12.	2 459 074	21 23 38	Klára, Hilda, Letícia
13.	2 459 075	21 27 34	Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János
14.	2 459 076	21 31 31	Marcell, Menyhért
15.	2 459 077	21 35 27	Mária, Alfréd
16.	2 459 078	21 39 24	Ábrahám, István, Szeréna
34. hét			
17.	2 459 079	21 43 20	Jácint
18.	2 459 080	21 47 17	Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke
19.	2 459 081	21 51 13	Huba, Bernát, János, Lajos
20.	2 459 082	21 55 10	<i>Szent István ünnepe</i> ; István, Bernát, Stefánia, Vajk
21.	2 459 083	21 59 07	Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna
22.	2 459 084	22 03 03	Menyhért, Mirjam, Boglár, Boglárka, János, Mária
23.	2 459 085	22 07 00	Bence, Róza, Rózsa, Szidónia
35. hét			
24.	2 459 086	22 10 56	Bertalan, Albert, Aliz
25.	2 459 087	22 14 53	Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás
26.	2 459 088	22 18 49	Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita
27.	2 459 089	22 22 46	Gáspár, József, Mónika
28.	2 459 090	22 26 42	Ágoston, Alfréd, Elemér, László
29.	2 459 091	22 30 39	Beatrix, Erna, Ernesztina, János, Kamilla, Szabina
30.	2 459 092	22 34 36	Róza, Letícia, Rózsa
36. hét			
31.	2 459 093	22 38 32	Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna

Az iszlám naptár 1442. évének kezdete (napnyugtakor) augusztus 19.

Meteor 2020 észlelőtábor: augusztus 13–16.



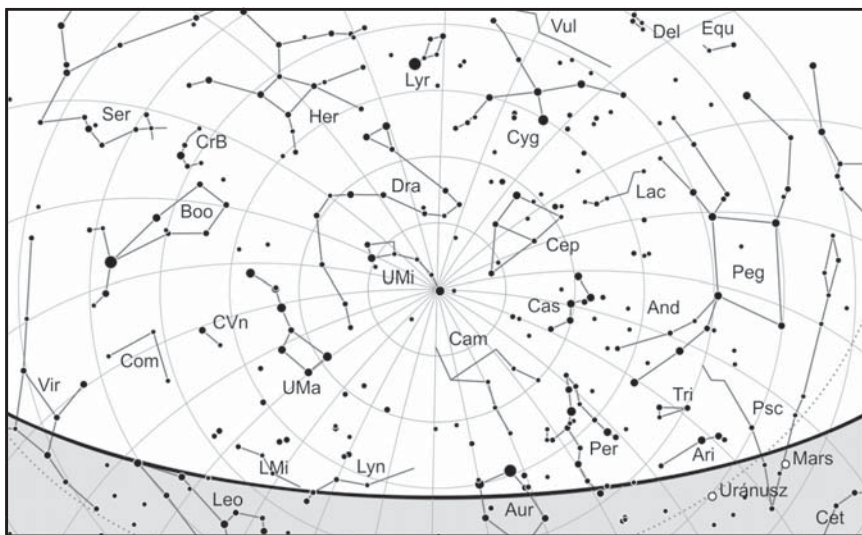
*A déli égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)*

**Vénusz:** Augusztus elején bő három, a végén közel négy órával kel a Nap előtt. A hajnali keleti égen ragyog erős fehér fénnel. 13-án van legnagyobb nyugati kitérésben, 45,8°-ra a Naptól. Fényessége -4,5<sup>m</sup>-ről -4,3<sup>m</sup>-ra, átmérője 27,2"-ről 19,7"-re csökken, fázisa 0,43-ról 0,59-re nő.

**Jupiter:** A Nyilas csillagképben mozog, hátráló mozgása a hónap végén lassulni kezd. Az éjszaka nagy részében megfigyelhető a déli-délnyugati égen mint feltűnő sárgásfehér fényű égitest, hajnalban nyugszik. Fényessége  $-2,7^m$ , átmérője  $46''$ .

**Uránusz:** Késő éjszaka kel, az éjszaka második részében látható. Előretartó mozgása 15-én hátrálóvá változik, és fokozatosan gyorsul a Kos csillagképben.

**Neptunusz:** Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében megfigyelhető. A Vízöntő csillagképben végzi hátráló mozgását.



*Az északi égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
08.01.	23:47	a Hold mögé belép a $\chi$ Sagittarii (5,0 magnitúdós, 97%-os, növekvő holdfázis)
08.02.	0:19	a 97,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 14"-re északra látható a $\chi^2$ Sagittarii (7,3 magnitúdós)
08.02.	0:49	a Jupiter 2,3°-ra északra látható a 97,1%-os, növekvő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben
08.02.	18:54	a Szaturnusz 4,5°-ra északnyugatra látható a 99,2%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas/Bak csillagképekben
08.03.	0:18	a (129) Antigone kisbolygó (10,3 magnitúdós) 4'-cel északra látható az $\upsilon$ Sgr-tól (4,5 magnitúdós)
08.03.	9:08	a Mars napközben, távolsága 1,381379 CSE
08.03.	15:59	telehold (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 30' 39")
08.03.	23:46	a Hold mögül kilép a $\phi$ Capricorni (5,2 magnitúdós, 100%-os, csökkenő holdfázis)
08.05.	17:09	a (44) Nysa kisbolygó oppozícióban (10,1 magnitúdós, Bak csillagkép)
08.05.	23:08	a Hold maximális librációja ( $l = +3,40^\circ$ , $b = +6,41^\circ$ , 94,5%-os, csökkenő holdfázis)
08.09.	1:10	a Vénusztól 17,7"-cel északnyugatra látható a $\chi^2$ Ori (4,6 magnitúdós)
08.09.	2:45	a Mars 3,2°-ra északkeletre látható a 73,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Halak/Cet csillagképekben
08.09.	13:46	a Hold földtávolban (404623 km, látszó átmérő: 29' 31", 69,8%-os, csökkenő holdfázis)

Dátum	Idő	Esemény
08.10.	1:45	a Vénusztól 38'-cel északkeletre látható az NGC 2175 nyílthalmaz (6,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Orion csillagképben
08.10.	23:53	az Uránusz 4,1°-ra északnyugatra látható az 56,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Kos csillagképben
08.11.	0:40	az 56,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 8' 9"-re délre látható a 85 Ceti (6,3 magnitúdós)
08.11.	1:20	a Vénusztól 10' 39"-cel délnyugatra látható a 68 Ori (5,8 magnitúdós)
08.11.	16:45	utolsó negyed (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője 29' 44")
08.12.	1:14	a Hold minimális librációja ( $l = -3,71^\circ$ , $b = +3,74^\circ$ , 46,7%-os, csökkenő holdfázis)
08.12.	1:27	a (20) Massalia kisbolygó (10,1 magnitúdós) 10'-cel délkeletre látható a 67 Aqr-tól (6,4 magnitúdós)
08.12.	21:17	a Vénusz dichotómiája (45,8°-os nyugati elongáció, 23,6" látszó átmérő)
08.13.	0:14	a Vénusz legnagyobb nyugati elongációja (45,8°, -4,4 magnitúdós, 23,6" átmérő, 50% fázis, Orion csillagkép)
08.13.	2:53	a 36,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól 3,4° távolságra délre látható a Hyadok nyílthalmaz (0,5 magnitúdós) a Bika csillagképben
08.14.	0:19	a 28,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 9' 12"-re északra látható a 105 Tauri (5,8 magnitúdós)
08.14.	23:41	a Hold mögül kilép a 140 Tauri (7,0 magnitúdós, 19%-os, csökkenő holdfázis)
08.15.	0:36	a Hold mögé belép az 1 Geminorum (4,3 magnitúdós, 19%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 00:57 UT-kor
08.15.	2:30	a Vénusztól 7' 39"-cel északra látható a v Gem (4,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben
08.15.	2:00	a 18,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól 1,1° távolságra északra látható az M35 nyílthalmaz (5,1 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
08.15.	3:04	a Vénusz 5,5°-ra délkeletre látható a 18,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Ikrek csillagképben
08.15.	20:01	a (44) Nysa kisbolygó (10,7 magnitúdós) 6'-cel északnyugatra látható a 19 Cap-tól (5,8 magnitúdós)
08.16.	20:41	a Plútótól 54'-cel délre látható az 53 Sgr (6,3 magnitúdós)
08.17.	3:23	47 óra 19 perces holdsarló 18,7° magasan a reggeli égen
08.17.	15:01	a Merkúr felső együttállásban a Nappal
08.18.	1:40	a (15) Eunomia kisbolygó (10,2 magnitúdós) 10'-cel északnyugatra látható az 54 Aur-tól (6,0 magnitúdós)
08.18.	3:24	23 óra 18 perces holdsarló 8,1° magasan a reggeli égen
08.18.	11:43	a Hold maximális librációja ( $l = -4,76^\circ$ , $b = -5,08^\circ$ , 0,7%-os, csökkenő holdfázis)
08.19.	1:43	a (15) Eunomia kisbolygó (10,2 magnitúdós) 9'-cel északnyugatra látható a 25 Gem-től (6,5 magnitúdós)
08.19.	2:42	újhold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 32' 31")
08.20.	18:07	39 óra 25 perces holdsarló 7,4° magasan az esti égen
08.21.	10:49	a Hold földközelpontban (363531 km, látszó átmérő: 32' 52", 7,6%-os, növekvő holdfázis)
08.22.	21:37	az Uránusztól 33,1'-cel északra látható a 29 Ari (6,0 magnitúdós)
08.23.	1:51	a (16) Psyche kisbolygó (11,0 magnitúdós) 12'-cel északnyugatra látható az NGC 1647 nyílthalmaztól (6,4 magnitúdós) a Bika csillagképben

Dátum	Idő	Esemény
08.25.	1:55	a (19) Fortuna kisbolygó (9,8 magnitúdós) 5'-cel északra látható a 12 Psc-től (6,9 magnitúdós)
08.25.	17:58	első negyed (a Hold a Skorpió csillagképben, látszó átmérője 32' 2")
08.25.	18:42	a Hold mögé belép a $\beta$ Scorpii (2,6 magnitúdós, 50%-os, növekvő holdfázis), kilépés 19:51 UT-kor
08.26.	5:10	a Hold minimális librációja ( $l = +5,37^\circ$ , $b = -1,92^\circ$ , 55,3%-os, növekvő holdfázis)
08.27.	20:16	a 72,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 6'-re északra látható a 9 Sagittarii (5,9 magnitúdós)
08.28.	9:01	az (1) Ceres törpebolygó oppozícióban (7,6 magnitúdós, Vízöntő csillagkép)
08.28.	20:17	a Hold súrolva fedi a ZC 2771-et az északi pereme mentén (5,6 magnitúdós, 81%-os, növekvő holdfázis) a Nyilas csillagképben
08.28.	21:01	a (20) Massalia kisbolygó oppozícióban (9,5 magnitúdós, Vízöntő csillagkép)
08.28.	22:41	a Jupiter 3,1°-ra északkeletre látható a 82,2%-os, növekvő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben
08.29.	1:47	a Vénusztól 1,2°-kal északra látható az Eszkimó-köd (NGC 2392, 8,6 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
08.29.	2:45	a (4) Vesta kisbolygó (8,4 magnitúdós) 10'-cel délkeletre látható a Jászol nyílthalmaztól (M44, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben
08.29.	18:04	a Szaturnusz 3,2°-ra északra látható a 88,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben

## A $\beta$ Scorpii fedése augusztus 25-én

8

A Skorpió csillagkép valamely fényes csillagának fedése viszonylag ritka Magyarországról, hiszen deklinációjuk alacsony, emiatt rövid ideig tartózkodnak a látóhatár felett. Ezért is különleges ez a kedd este, hiszen napnyugta után, épp a navigációs szürkület végén kerül a Hold mögé a Skorpió ollójának legészakibb tagja. Igaz, hogy a csillag Bayer-jele  $\beta$ , így az Antares után a másodiknak kellene lennie, mégis a délebbre lévő  $\delta$  Sco a fényesebb. A  $\beta$  Sco 2,6 magnitúdós fényessége miatt mégis látszani fog az okkultáció.

A csillag ráadásul egy többszcillag. Hierarchiája eléggé bonyolult, mi két csillagot láthatunk vizuálisan, a 2,7 magnitúdós  $\beta^1$  Scorpiit és a 4,8 magnitúdós  $\beta^2$  Scorpiit, ezek szeparációja 13,6". Mindkét csillag többes rendszer, altagokkal.

A belépés idején még csak 10°-kal lesz a Nap a horizont alatt, a csillag éppen delelés után tartózkodik 15-18° magasan. A Hold első negyedben van, nagyobb távcsövekkel még a hamuszürke fény is látszani fog. A csillag 70 fokkal a terminátor déli peremétől fog belépni a Grimaldi- és a Lagrange-kráterek között. Elsőként a halványabb, északi tag lép a Hold mögé, majd ezt 8 másodperccel követi a fényesebb, déli csillag. A fényes tag maga egy 0,3"-es kettős, amely vizuálisan felbonthatatlan, de ha pozíciószögük megfelelő, a két csillag lépcsőzetes eltűnést produkálhat, amelyek között maximum 0,6 másodperc lehet.

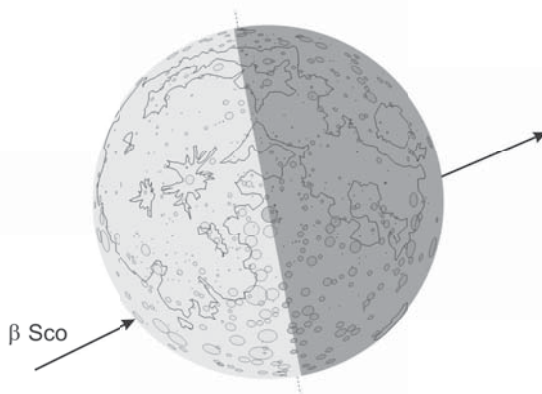
A kilépésre 70 percet kell várni, közben teljesen besötétedik, a Hold magassága is csökken 10°-ra. A kilépés a fényes oldalon, 70-80° között lesz a déli peremtől a Langrenus-kráter kör-



nyékén. A fényes, 2,6 magnitúdós tag lép ki először, itt is várhatunk lépcsőzetes fényesedést, de a váratlan kibukkanás miatt nehéz lesz a megfigyelés. Ezt 10-12 másodperccel követi a halványabb,  $\beta^2$  Scorpii kilépése.

A  $\beta^1$  Scorpii augusztus 25-i fedésének adatai néhány magyarországi városra

hely	belépés							kilépés						
	UT			Nap Alt	Hold Alt	CA °	PA °	UT			Hold Alt	CA °	PA °	
	h	m	s					h	m	s				
Sopron	18	38	21	-9	18	69S	122	19	48	25	11	-79S	269	
Szombathely	18	39	0	-9	18	68S	123	19	49	4	11	-78S	269	
Zalaegerszeg	18	39	49	-10	18	68S	123	19	49	46	11	-77S	268	
Győr	18	39	49	-10	17	69S	122	19	49	34	10	-78S	269	
Kaposvár	18	41	47	-11	18	68S	123	19	51	21	11	-77S	267	
Veszprém	18	40	59	-10	18	68S	123	19	50	35	10	-78S	268	
Tatabánya	18	40	21	-10	17	69S	122	19	50	0	10	-78S	269	
Pécs	18	42	50	-11	18	67S	124	19	52	11	11	-76S	267	
Székesfehérvár	18	41	32	-11	17	69S	122	19	50	59	10	-78S	268	
Szekszárd	18	43	7	-12	18	68S	123	19	52	20	10	-76S	267	
Paks	18	42	57	-11	17	68S	123	19	52	8	10	-77S	267	
Budapest	18	41	56	-11	17	69S	122	19	51	11	9	-78S	268	
Kecskemét	18	43	42	-12	17	69S	122	19	52	37	9	-77S	268	
Salgótarján	18	42	12	-11	16	70S	121	19	51	13	9	-78S	269	
Szeged	18	45	15		17	68S	123	19	53	54	9	-76S	267	
Miskolc	18	43	28	-12	16	70S	121	19	52	9	8	-78S	269	
Debrecen	18	45	25		15	70S	122	19	53	41	8	-77S	268	
Nyíregyháza	18	44	55		15	70S	121	19	53	12	7	-78S	268	



A  $\beta$  Scorpii fedése

## A Hold csillagfedései

dátum		UT			J	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	fázis	h	CA	PA	
08	01	23	46	32	be	2834	5,0	97+	12	53N	38
08	03	23	46	6	ki	3106	5,2	100-	22	49S	264
08	08	1	48	31	ki	60	6,9	82-	40	51N	291
08	10	0	14	16	ki	286	7,6	66-	33	76N	266
08	10	23	25	38	ki	393	6,7	57-	22	60S	223
08	13	2	27	36	ki	639	6,1	36-	42	12S	182
08	13	2	45	23	ki	93873	7,5	36-	45	32N	318
08	13	22	55	3	ki	755	6,2	28-	2	40N	314
08	14	0	57	9	ki	76980	8,3	27-	21	65N	289
08	14	7	1	16	ki	792	5,0	26-	64	83S	259
08	14	23	41	16	ki	907	7,0	19-	3	87S	267
08	15	0	35	46	be	916	4,3	19-	11	-12N	12
08	15	0	57	2	ki	916	4,3	19-	14	34N	326
08	15	1	41	31	ki	77942	8,8	18-	21	61S	241
08	15	2	9	53	ki	77962	8,2	18-	26	90S	270
08	15	2	23	38	ki	77975	8,4	18-	28	54S	235
08	15	3	33	18	ki	929	5,8	18-	39	36S	218
08	16	0	49	59	ki	78963	7,2	11-	5	85S	272
08	16	2	29	44	ki	79039	8,9	11-	20	54N	314
08	16	2	33	13	ki	79048	8,3	11-	20	11S	199
08	17	2	12	0	ki	79895	9,0	5-	8	74N	303
08	17	3	12	52	ki	1221	6,0	5-	17	48N	329
08	17	3	32	20	ki	1222	7,2	5-	20	84S	281
08	23	18	12	2	be	2033	4,2	28+	17	51S	147
08	25	18	41	47	be	2303	4,8	50+	17	70S	121
08	25	18	41	56	be	2302	2,6	50+	17	69S	122
08	25	18	46	39	be	159684	7,5	50+	17	81N	92
08	25	19	51	11	ki	2302	2,6	51+	9	-78S	268
08	28	18	33	3	be	2767	6,4	81+	17	52N	44
08	28	20	9	41	be	2771	5,6	81+	17	15N	6

## Hajnali együttállások

Augusztus 9-én hajnalban (02:55 UT körül), a navigációs szűrület végén láthatjuk delelni egymástól 3,3°-ra a 74%-os, fogyó Holdat és a Marsot.

Augusztus 10-én hajnalban (01:39 UT körül) a Vénuszt a ködbe ágyazott NGC 2175 csillaghalmaztól 38 ívperccel délnyugatra találjuk. A halvány ködösség valószínűleg nem vagy nehezen fog látszani, esetleg fotografikusan lehet esély a megörökítésére, de a csillagokban szegény nyílthalmaz néhány 10-11 magnitúdós csillagát észre lehet majd venni nagyobb távcsövekkel. A Nap ekkor 15-16°-kal lesz a horizont alatt, az égi páros pedig ugyanennyivel lesz felette.

Izgalmasnak ígérkezik augusztus 15-e hajnala, mivel 02:22 UT-kor a 18,5%-os, fogyó Hold 1,3°-ra látszik majd az M35 nyílthalmaztól (Gemini csillagkép). Mivel ekkor még csillagászati

szürkület lesz, és a Hold fénye sem lesz már nagyon zavaró, az égi páros akár binokulárokkal is élvezetes látványt nyújt majd. Ám nem csak ez lesz az egyetlen látnivaló hajnalban, hiszen a Vénusz 02:22 UT-kor 7,5'-re lesz a 4,2 magnitúdós v Gem-től. Ráadásul a legfényesebb bolygó ekkor épp dichotómiája környékén jár majd.

## Évfordulók

### 50 éve halt meg Ernst Zinner

(1886. február 2., Goldberg – 1970. augusztus 30., Planegg)



Ernst Zinner német tudománytörténész és a változócsillagok kutatója Sziléziában született a mai Lengyelország területén. Liegnitzben (ma Legnica) végezte el a gimnáziumot, egyetemi tanulmányokat Jénában és Münchenben folytatott, végül Jénában szerzett diplomát. Egy ideig a svédországi Lund csillagdjájában dolgozott, ahol – többek között – változócsillagok történeti fénygörbéjét kutatta. Az I. világháború után egy ideig a bajor földmérőkkel dolgozott, majd 1926-ben kinevezték a Bambergi Observatórium igazgatójának.

Bambergben is főleg csillagásztörténeti kérdésekkel foglalkozott, eleinte a változócsillagok történetével. Kirekultálta Arno Wachmann-nal együtt Friedrich Winnecke („Die Bearbeitung von Winnecke's Beobachtung veränderlicher Sterne,” *Veröffentlichungen der Reimeis-Sternwarte zu Bamberg, Band III, Bamberg*, 1931), majd egyedül Ernst Hartwig változócsillag-megfigyeléseit („Die Bearbeitung von Hartwig's Beobachtungen veränderlicher Sterne,” *Veröffentlichungen der Reimeis-Sternwarte zu Bamberg, Band I, Heft 3, Bamberg*, 1932). Saját észleléseket is végzett, a szokásoknak megfelelően ezeket az *Astronomische Nachrichten*ben publikálta.

Csillagásztörténeti munkássága nagyon jelentős. Felmérte a német nyelvterületen található kéziratokat, és katalogizálta azokat: *Verzeichnis der astronomischen Handschriften des deutschen Kulturgebietes*, München, 1925. Hasonlóan járt el a korai nyomtatványok esetében, ezeket is katalogizálta: *Geschichte und Bibliographie der astronomischen Literatur in Deutschland zur Zeit der Renaissance* (2. kiadás), Stuttgart, 1964 (az első kiadás 1941-ben jelent meg Lipcsében).

Ő volt Johannes Regiomontanus életének és tevékenységének legnagyobb szakértője. A róla írt könyvét azóta is rendszeresen idézik (*Leben und Werk des Johannes Müller*, München, 1938, újrakiadva Osnabrück 1968, angol fordítása: *Regiomontanus: His Life and Work*, Amsterdam, 1990). Regiomontanus magyar kapcsolatairól magyarul is jelent meg cikke: „Regiomontanus Magyarországon,” *Mathematikai és Természettudományi Értesítő* 55, 280–288, 1937.

Nem keverendő össze Ernst K. Zinner (1937–2015) osztrák származású asztrofizikussal.

**100 éve halt meg Karl Hermann Struve**

(1854. október 3., Szentpétervár – 1920. augusztus 12., Bad Herrenalb)

A nevezetes Struve dinasztia tagja, Karl Hermann Struve Pulkovóban született, a dinasztiaalapító Friedrich Georg Wilhelm Struve (1793–1864) unokájaként. Édesapja, Otto Wilhelm Struve (1819–1905) volt, aki pulkovói igazgatóként szolgált több mint húsz éven át. Gimnáziumi tanulmányai (Karlsruhe és az oroszországi Viborg) befejezése után 1872-től a tartui egyetemen tanult matematikát és fizikát. Ezt megszakította részvétele az orosz Vénusz-átvonulás expedíciójában. A strassburgi, párizsi, berlini egyetemek látogatása után felsőfokú tanulmányait Tartuban fejezte be, disszertációját a Fresnel-féle interferenciajelenségről („Fresnel's Interferenzerscheinungen: Theoretisch und Experimentell Bearbeitet,” Dorpat, 1881, rövidített változata *Annalen der Physik* **251**, 49–80, 1882) írta.



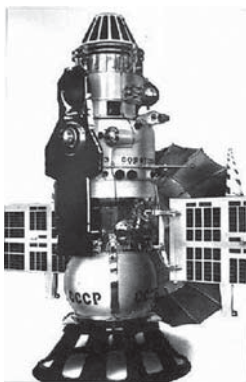
Pulkovóba visszatérve a Mars, Szaturnusz és Neptunusz holdjainak mikrométeres megfigyeléseibe kezdett. Eleinte a 15 hüvelykes, majd az újonnan elkészült 30 hüvelykes refraktort (38 és 76 cm-es távcsövek) használta az észlelésekhez. Számos publikációt jelentetett meg e holdakról, főleg az *Astronomische Nachrichten*-ben. Kortársai a legérdekesebbnek a Szaturnusz holdjairól írt tanulmányát tartották („Beobachtungen der Saturnstrabanten am 30-zölligen Pulkowaer Refraktor,” *Publications de l'Observatoire Central Nicolas XI*. kötet, 1898). Ebben meghatározta a holdak pályaelemeit és azok változásait korábbi észlelések alapján. A Mars és a Neptunusz holdjai esetében is végzett hasonló számításokat.

1895-ben kinevezték a königsbergi (ma Kalinyingrád) egyetem professzorává és a csillagda igazgatójává. 1904-ben a berlini obszervatórium igazgatójának hívták meg, már ő felügyelte az intézmény átköltözését Babelsbergbe. Itt is folytatta a holdak megfigyelését, de kidolgozott egy részletes kutatási tervet is, amelyben a refrakció elméletének tanulmányozása, illetve fotoelektromos munka is szerepelt.

Munkásságának elismeréseként több díjat is elnyert, köztük a Royal Society aranyérmét. Róla, valamint a Struve dinasztia két másik tagjáról (Friedrich Georg Wilhelm és Otto Wilhelm Struve) nevezték el a (768)Struveana kisbolygót.

**50 éve indították a Venyera–7 űrszondát**

1970. augusztus 17-én indult útjára a Venyera–7 szonda, amely elsőként szállt le egy idegen bolygóra, és onnan adatokat sugárzott a Földre. A Szemjon Lavocskin (1900–1930) repülőmérnökről elnevezett NPO Lavocskin vállalat fejlesztette ki és építette meg. Hogy ellenállóbb legyen a feltételezett extrém vénuszi körülményeknek, úgy tervezték, hogy kibírjon 18 MPa nyomást és 580 °C hőmérsékletet.



Az űrszonda december 15-én lépett a Vénusz légkörébe, majd ejtőernyővel ereszkedett a felszínre. Az általa küldött adatok alapján a Vénusz felszíni hőmérséklete  $475 \pm 20$  °C, a nyomás  $9 \pm 1,5$  MPa, az atmoszféra pedig 97%-ban szén-dioxidot tartalmaz. Így tehát búcsút inthetünk a Vénusz-lakóknak, és földi emberek vénuszi kalandjainak.

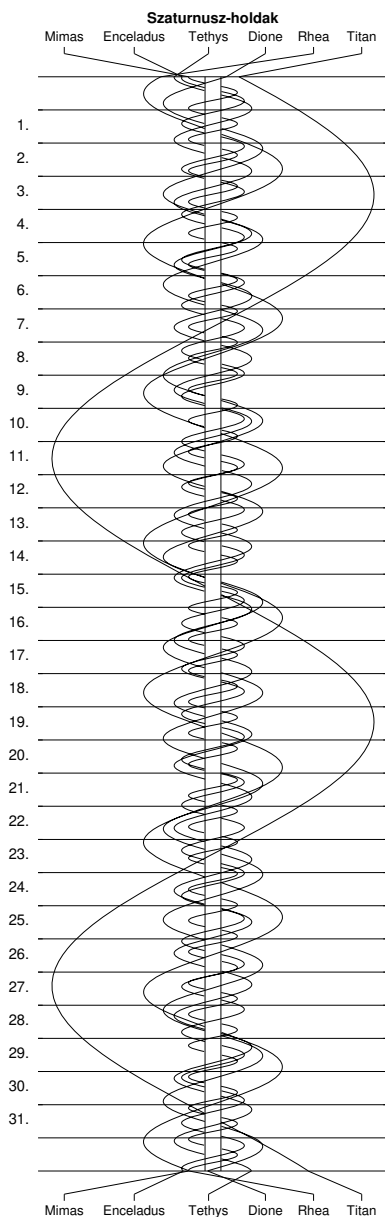
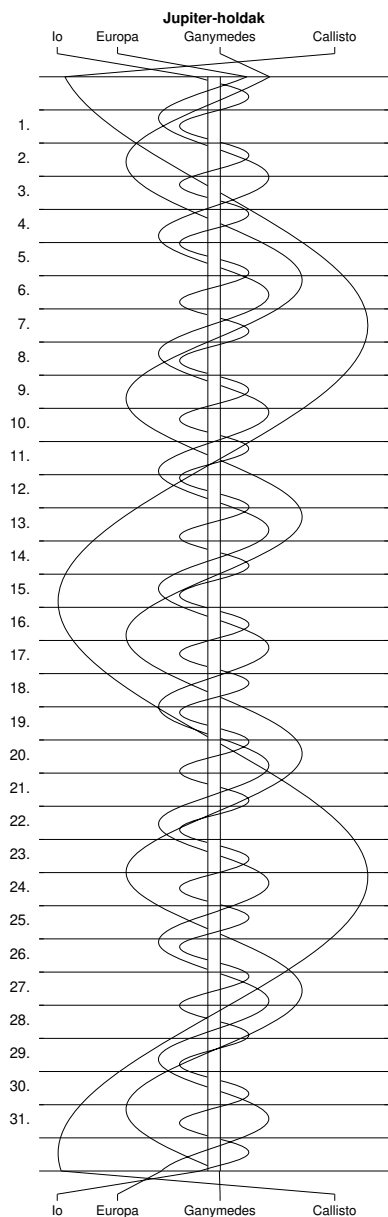
Noha csak rövid ideig (kb. 20 percig) működött, először sikerült közvetlenül adatokat gyűjteni a Vénusz felszínéről, amit az állandó felhőtakaró nem tesz lehetővé földi távcsövek számára.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	0:17.9	Io	ák
1	21:00.6	Io	mk
1	23:44.7	Io	fv
2	20:35.2	Io	ev
2	21:04.0	Io	áv
3	20:11.0	Europa	ek
3	21:10.2	Europa	ák
3	22:58.0	Europa	ev
3	23:58.2	Europa	áv
5	19:02.0	Europa	fv
7	20:07.1	Ganymedes	ek
7	22:30.4	Ganymedes	ák
7	23:27.5	Ganymedes	ev
8	22:45.6	Io	mk
9	20:03.7	Io	ek
9	20:41.7	Io	ák
9	22:20.6	Io	ev
9	22:58.9	Io	áv
10	20:08.0	Io	fv
10	22:27.7	Europa	ek
10	23:45.3	Europa	ák
11	18:42.7	Callisto	ák
11	22:55.2	Callisto	áv
12	21:39.4	Europa	fv
14	23:31.1	Ganymedes	ek
16	0:31.5	Io	mk
16	21:50.2	Io	ek
16	22:36.8	Io	ák
17	0:07.0	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
17	18:58.1	Io	mk
17	22:02.8	Io	fv
18	18:33.7	Io	ev
18	19:22.6	Io	áv
18	19:58.2	Ganymedes	fv
19	19:44.4	Europa	mk
19	21:39.8	Callisto	mk
20	0:16.7	Europa	fv
21	18:27.0	Europa	áv
23	23:37.8	Io	ek
24	20:45.2	Io	mk
25	19:00.8	Io	ák
25	20:08.0	Ganymedes	mv
25	20:21.3	Io	ev
25	20:33.7	Ganymedes	fk
25	21:17.7	Io	áv
26	18:26.6	Io	fv
26	22:06.7	Europa	mk
28	18:14.3	Europa	ák
28	19:04.2	Europa	ev
28	21:02.9	Europa	áv
31	22:33.5	Io	mk

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában  
 á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren  
 e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt  
 m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött  
 k = a jelenség kezdete  
 v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$  **Kalendárium – szeptember**

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. k 245.	5 02	11 43	18 24	50,5	0,0	18 34	23 39	3 44	
2. sz 246.	5 04	11 43	18 22	50,2	0,3	18 57	–	4 52	○ 6 22
3. cs 247.	5 05	11 43	18 20	49,8	0,6	19 17	0 22	5 58	
4. p 248.	5 06	11 42	18 18	49,4	0,9	19 35	1 04	7 02	
5. sz 249.	5 08	11 42	18 16	49,1	1,3	19 54	1 45	8 06	
6. v 250.	5 09	11 42	18 14	48,7	1,6	20 13	2 25	9 09	
37. hét									
7. h 251.	5 10	11 41	18 12	48,3	2,0	20 34	3 07	10 13	
8. k 252.	5 12	11 41	18 10	47,9	2,3	20 59	3 50	11 17	
9. sz 253.	5 13	11 41	18 08	47,6	2,6	21 28	4 35	12 22	
10. cs 254.	5 14	11 40	18 06	47,2	3,0	22 05	5 23	13 26	● 10 26
11. p 255.	5 16	11 40	18 04	46,8	3,3	22 52	6 14	14 27	
12. sz 256.	5 17	11 40	18 02	46,4	3,7	23 49	7 08	15 23	
13. v 257.	5 18	11 39	18 00	46,0	4,0	–	8 03	16 12	
38. hét									
14. h 258.	5 20	11 39	17 58	45,7	4,4	0 57	9 00	16 52	
15. k 259.	5 21	11 39	17 55	45,3	4,8	2 12	9 56	17 26	
16. sz 260.	5 22	11 38	17 53	44,9	5,1	3 32	10 52	17 55	
17. cs 261.	5 24	11 38	17 51	44,5	5,5	4 55	11 45	18 21	● 12 00
18. p 262.	5 25	11 38	17 49	44,1	5,8	6 17	12 39	18 45	
19. sz 263.	5 26	11 37	17 47	43,7	6,2	7 40	13 32	19 10	
20. v 264.	5 28	11 37	17 45	43,3	6,5	9 03	14 25	19 36	
39. hét									
21. h 265.	5 29	11 37	17 43	43,0	6,9	10 25	15 20	20 07	
22. k 266.	5 31	11 36	17 41	42,6	7,2	11 44	16 17	20 44	
23. sz 267.	5 32	11 36	17 39	42,2	7,6	12 57	17 14	21 28	
24. cs 268.	5 33	11 35	17 37	41,8	8,0	14 01	18 12	22 21	● 2 55
25. p 269.	5 35	11 35	17 35	41,4	8,3	14 55	19 07	23 22	
26. sz 270.	5 36	11 35	17 33	41,0	8,6	15 38	20 00	–	
27. v 271.	5 37	11 34	17 31	40,6	9,0	16 12	20 50	0 28	
40. hét									
28. h 272.	5 39	11 34	17 29	40,2	9,3	16 39	21 36	1 35	
29. k 273.	5 40	11 34	17 27	39,8	9,7	17 02	22 20	2 42	
30. sz 274.	5 41	11 33	17 25	39,5	10,0	17 23	23 02	3 48	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

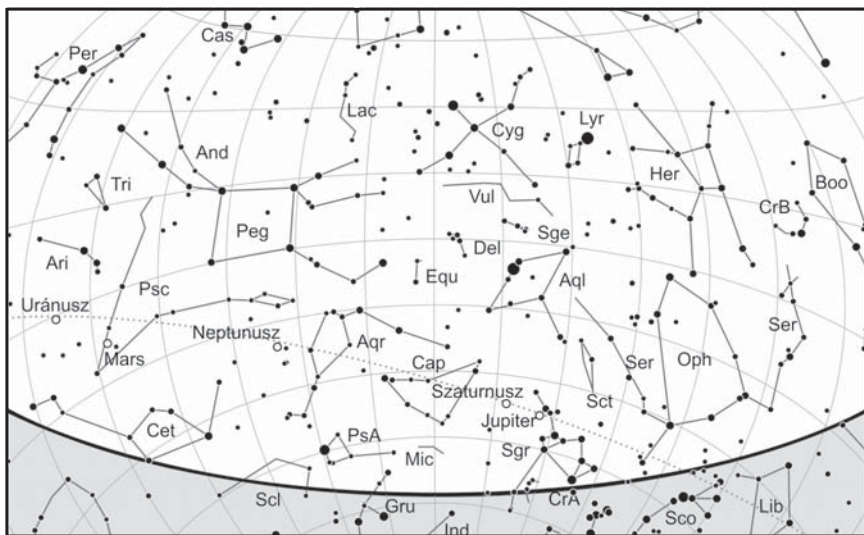
## Szeptember

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 459 094	22 42 29	Egyed, Egon, Ignác, Izabella, Noémi, Tamara
2.	2 459 095	22 46 25	Rebeka, Dorina, Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra
3.	2 459 096	22 50 22	Hilda, Gergely, Gergő
4.	2 459 097	22 54 18	Rozália, Ida, Róza, Rózsa
5.	2 459 098	22 58 15	Viktor, Lőrinc, Albert
6.	2 459 099	23 02 11	Zakariás, Bea, Beáta, Csanád, Ida
37. hét			
7.	2 459 100	23 06 08	Regina, Dusan, István, Menyhért
8.	2 459 101	23 10 05	Mária, Adrienn, Adorján, Adrián, Adriána, Irma
9.	2 459 102	23 14 01	Ádám, Péter
10.	2 459 103	23 17 58	Nikolett, Hunor, Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán
11.	2 459 104	23 21 54	Teodóra, Emil, Helga, Jácint, Milán
12.	2 459 105	23 25 51	Mária, Ibolya, Irma
13.	2 459 106	23 29 47	Kornél, János, Lujza
38. hét			
14.	2 459 107	23 33 44	Szeréna, Roxána
15.	2 459 108	23 37 40	Enikő, Melitta, Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland
16.	2 459 109	23 41 37	Edit, Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma
17.	2 459 110	23 45 34	Zsófia, Ildikó, Róbert
18.	2 459 111	23 49 30	Diána, József, Richárd
19.	2 459 112	23 53 27	Vilhelmina, Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma
20.	2 459 113	23 57 23	Friderika, Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna
39. hét			
21.	2 459 114	0 01 20	Máté, Ildikó, Míra, Mirella
22.	2 459 115	0 05 16	Móric, Írisz, Ottó, Tamás
23.	2 459 116	0 09 13	Tekla, Ildikó, Ilona
24.	2 459 117	0 13 09	Gellért, Mercédesz, Gerda, Mária
25.	2 459 118	0 17 06	Eufrozina, Kende, Miklós, Nikolett, Nikoletta
26.	2 459 119	0 21 03	Jusztina, Dániel
27.	2 459 120	0 24 59	Adalbert, Albert, Károly, Vince
40. hét			
28.	2 459 121	0 28 56	Vencel, Bernát, Jusztina
29.	2 459 122	0 32 52	Mihály, Gábor, Gabriella, Rafael
30.	2 459 123	0 36 49	Jeromos, Felícia, Hunor, Őrs, Viktor, Zsófia

A bizánci naptár 7529. évének kezdete: szeptember 14.

A zsidó naptár 5781. évének kezdete (napnyugtakor): szeptember 18.





*A déli égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap folyamán megfigyelésre igen kedvezőtlen helyzetben van. Napnyugta után kísérelhető meg a felkeresése a látóhatár közelében. Az ekliptika lapos szögben hajlik a látóhatárhoz, ezért a bolygó igen alacsonyan látszik, és csak fél órával nyugszik a Nap után.

**Vénusz:** A hajnali keleti ég ragyogó fehér fényű égiteste. Az ekliptika meredeken áll a látóhatárhoz viszonyítva, emiatt sokáig látszik: a hónap elején közel négy, a végén három és fél órával kel korábban, mint a Nap. Fényessége  $-4,3^m$ -ról  $-4,1^m$ -ra, átmérője  $19,5''$ -ről  $15,7''$ -re csökken, fázisa  $0,6$ -ról  $0,71$ -ra nő.

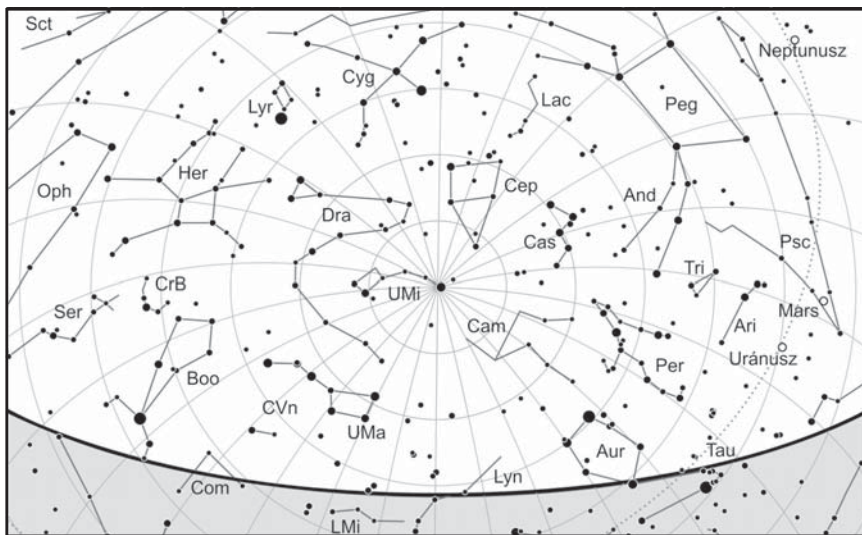
**Mars:** Előretartó, majd  $9$ -től hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. Kora este kel, az éjszaka nagy részében megfigyelhető a déli égen, ragyogó vörös fénye miatt eltéveszthetetlen. Fényessége továbbra is gyorsan nő,  $-1,8^m$ -ról  $-2,5^m$ -ra, látszó átmérője  $19''$ -ről  $22,4''$ -re változik.

**Jupiter:** Kezdetben hátráló, majd  $13$ -ától előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Fényesen ragyog az esti nyugati égen, éjfél körül nyugszik. Fényessége  $-2,5^m$ , átmérője  $43''$ .

**Szaturnusz:** Hátráló, majd  $29$ -től előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél körül nyugszik, az éjszaka első felében kereshető a délnyugati ég alján. Fényessége  $0,4^m$ , átmérője  $18''$ .

**Uránusz:** A késő esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében látható. Folytatja hátráló mozgását a Kos csillagképben.

**Neptunusz:** Egész éjszaka megfigyelhető,  $11$ -én van szembenállásban a Nappal. Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)

### Eseménynaptár (UT)

Dátum Idő

Esemény

- 09.01. 2:09 a (15) Eunomia kisbolygó (9,7 magnitúdós) 5'-cel délkeletre látható az NGC 2331 nyílthalmaztól (8,5 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
- 09.01. 18:55 a Hold maximális librációja ( $l = +4,06^\circ$ ,  $b = +6,15^\circ$ , 99,7%-os, növekvő holdfázis)
- 09.02. 5:22 telehold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 29' 56")
- 09.03. 2:43 a Neptunusz 4,4°-ra északnyugatra látható a 99,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben
- 09.04. 19:10 a (7) Iris kisbolygó (10,1 magnitúdós) 47'-cel délre látható az M23 nyílthalmaztól (NGC 6494, 5,5 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
- 09.06. 0:27 a Hold súrolva fedi a  $\nu$  Pisciumot az északi pereme mentén (4,5 magnitúdós, 87%-os, csökkenő holdfázis) a Halak csillagképben
- 09.06. 3:36 a Mars 1,2°-ra északkeletre látható a 86,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Halak csillagképben
- 09.06. 6:21 a Hold földtávolban (405579 km, látszó átmérő: 29' 27", 85,6%-os, csökkenő holdfázis)
- 09.07. 2:04 a Hold mögül kilép a 25 Arietis (6,5 magnitúdós, 80%-os, csökkenő holdfázis)
- 09.07. 3:00 az Uránusz 4,0°-ra északra látható a 79,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kos/Cet csillagképekben
- 09.08. 1:22 a Hold minimális librációja ( $l = -3,21^\circ$ ,  $b = +3,82^\circ$ , 71,9%-os, csökkenő holdfázis)
- 09.09. 3:40 a Vénusz kedvező hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága  $31,9^\circ$ , -4,2 magnitúdós, fázisa 63%
- 09.09. 19:42 a (17) Thetis kisbolygó oppozícióban (10,4 magnitúdós, Vízöntő csillagkép)

Dátum	Idő	Esemény
09.10.	1:31	a Vénusztól 13' 15"-cel északnyugatra látható a 20 Cnc (5,9 magnitúdós)
09.10.	9:26	utolsó negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 30' 9")
09.10.	15:58	a (22) Kalliope kisbolygó oppozícióban (10,5 magnitúdós, Vízöntő csillagkép)
09.11.	7:42	a (19) Fortuna kisbolygó oppozícióban (9,1 magnitúdós, Halak csillagkép)
09.11.	20:26	a Neptunusz oppozícióban a Vízöntő csillagképben (7,8 magnitúdós, 2,4" átmérő)
09.13.	2:45	a Vénusztól 2,2°-kal északra látható a Jászol nyílthalmaz (M44, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben
09.14.	3:08	a 14,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól 1,7° távolságra délre látható a Jászol nyílthalmaz (M44, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben
09.14.	3:47	a Vénusz 4,0°-ra délre látható a 14,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Rák csillagképben
09.14.	10:17	a Hold maximális librációja ( $l = -6,59^\circ$ , $b = -4,69^\circ$ , 12,6%-os, csökkenő holdfázis)
09.16.	2:35	a (4) Vesta kisbolygó (8,4 magnitúdós) 12'-cel délre látható a 80 Cnc-től (6,9 magnitúdós)
09.16.	4:04	30 óra 56 perces holdsarló 13,4° magasan a reggeli égen
09.17.	11:00	újhold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 33' 10")
09.18.	13:41	a Hold földközelpontban (359091 km, látszó átmérő: 33' 16", 1,8%-os, növekvő holdfázis)
09.18.	17:08	30 óra 8 perces holdsarló 5,4° magasan az esti égen (a Merkúrtól 7,5°-ra északnyugatra)
09.20.	6:30	a Hold minimális librációja ( $l = +3,27^\circ$ , $b = -4,75^\circ$ , 11,7%-os, növekvő holdfázis)
09.20.	18:15	a Hold mögé belép a $\mu$ Librae (5,3 magnitúdós, 15%-os, növekvő holdfázis)
09.22.	2:45	a (15) Eunomia kisbolygó (10,1 magnitúdós) 13'-cel délnyugatra látható a 76 Gem-től (5,6 magnitúdós)
09.22.	13:31	őszi nap-éj egyenlőség
09.24.	1:55	első negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 31' 34")
09.25.	17:08	a Jupiter 6,1°-ra nyugatra látható a 67,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
09.25.	21:35	a Szaturnusz 3,1°-ra északra látható a 69,1%-os, növekvő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben
09.26.	2:51	a Vénusztól 18,4'-cel északkeletre látható a 11 Leo (6,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben
09.27.	20:23	a 85,3%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 11' 9"-re délre látható a 37 Capricorni (5,7 magnitúdós)
09.27.	21:42	a Hold mögé belép az $\epsilon$ Capricorni (4,5 magnitúdós, 85%-os, növekvő holdfázis)
09.27.	22:42	a Hold maximális librációja ( $l = +5,87^\circ$ , $b = +5,57^\circ$ , 85,9%-os, növekvő holdfázis)
09.29.	3:32	a Vénusztól 7' 31"-cel délre látható a 23 Leo (6,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
09.30.	12:23	a (68) Leto kisbolygó oppozícióban (9,5 magnitúdós, Cet csillagkép)

### A v Piscium sűrű fedése szeptember 6-án

A fedés a délkeleti országrészből lesz teljes, nyugaton csak a csillag szoros közelségét lehet megfigyelni. A szombatról vasárnapra virradó éjjeli időpont kedvező a fennmaradni szándékozóknek, bár a Hold 87%-os, csökkenő fázisa miatt fényes lesz az ég.

A fedés sávja Drávaszabolcsnál lép be az országba, áthalad Siklós és Harkány között, metszi Szederkényt, Bátaszéket, Kiskőröst, majd Kecskemét északnyugati utcáit érintve Nagykőrös és Abony délkeleti peremén át a Tisza-tó északnyugati partját szegélyezi. Innen tovább haladva keresztezi Tiszaújvárost, Tarcalt, végül Sáropataktól és Sátoraljaújhelytől néhány kilométerre keletre húzódva elhagyja az országot. Az érintés 0:24-kor kezdődik Baranyában és 0:34 UT-kor ér véget a Bodroghözben. A csillag a terminátor északi pólusától 18°-ra érinti a sötét holdperemet, tehát a nagy holdfázis ellenére jól követhető lesz a 4,5 magnitúdós csillag. Az előre jelzett holdprofil alapján a hegyek-völgyek okozta legtöbb eltűnést és előbukkanást a sűrű vonaltól délkeletre 1 és 2 km közé állva lehet észlelni.

A fedés látványát emeli a mindössze 2°-ra lévő Mars bolygó, melyet 20"-es korongméretnek köszönhetően érdemes lesz megvizsgálni. Érdekesség, hogy a Hold az éjszaka hátralévő részében egyre közelebb kerül a Marshoz, napkeltekor már csak fél fokra lesznek egymástól. Ha a nappali égen tovább figyeljük őket, a legnagyobb közelséget 6:15 UT-kor éri el, a Mars mindössze 5 ívpercre lesz a holdperemtől. Ekkor Albánia, Macedónia és Bulgária területén sűrű fedés fog látszani.

A v Piscium szeptember 6-i fedésének adatai néhány magyarországi városra

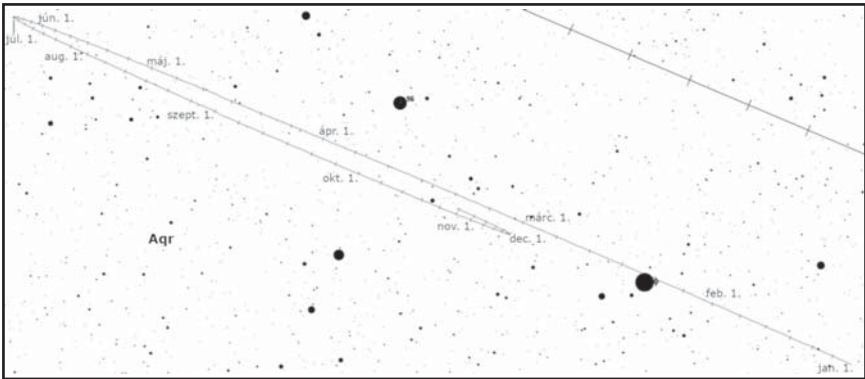
hely	belépés						kilépés					
	h	UT		Hold	CA	PA	h	UT		Hold	CA	PA
			s	Alt	°	°			s	Alt	°	°
Szeged	0	17	56	47	4N	341	0	39	27	49	34N	310
Debrecen	0	22	51	47	5N	339	0	42	3	48	32N	312
Nyíregyháza	0	26	7	47	9N	336	0	40	11	47	29N	316



A v Piscium sűrű fedésének láthatósága

### A Hold csillagfedései

dátum		UT			j	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	fázis	h		CA	PA
09	03	1	6	31	ki	3458	6,2	99-	29	88S	277
09	03	21	56	12	ki	18	5,8	97-	31	57S	229
09	05	0	28	27	ki	126	7,6	93-	43	86N	260
09	05	2	18	22	ki	109577	7,7	92-	39	72N	274
09	06	2	40	22	ki	110088	7,6	87-	46	66N	278
09	06	23	44	55	ki	110516	6,9	80-	42	88S	252
09	07	2	3	41	ki	362	6,5	80-	53	85N	260
09	08	21	15	39	ki	577	6,0	64-	11	76N	273
09	09	1	43	27	ki	593	5,9	63-	53	64N	286
09	10	9	4	13	ki	752	4,6	51-	30	73S	248
09	11	0	11	42	ki	861	6,4	43-	27	43S	221
09	11	0	14	24	ki	77405	7,9	43-	28	86N	273
09	11	1	43	19	ki	77488	8,2	43-	43	89S	268
09	11	2	57	58	ki	77559	7,6	42-	54	25S	204
09	12	0	24	41	ki	1017	6,8	33-	22	53S	237
09	12	1	25	6	ki	1024	7,4	33-	31	51S	236
09	12	2	3	11	ki	78637	8,1	33-	38	73N	291
09	13	0	7	53	ki	79527	7,3	24-	10	7S	198
09	13	2	51	15	ki	79603	8,4	23-	36	59S	250
09	13	2	56	58	ki	79616	8,2	23-	37	10S	201
09	13	3	13	43	ki	79618	7,7	23-	40	60N	312
09	14	0	53	35	ki	80262	8,1	15-	7	85S	282
09	14	3	42	25	be	1308	4,7	14-	34	-33N	51
09	14	4	28	33	ki	1308	4,7	14-	41	54N	324
09	20	18	14	46	be	130028	6,6	15+	2	30S	165
09	20	18	14	50	be	2114	5,3	15+	2	30S	165
09	25	17	27	53	be	2879	6,7	67+	17	70S	99
09	27	21	41	59	be	3164	4,5	85+	19	68S	88
09	29	23	9	28	be	3413	6,1	96+	27	50N	13
09	30	23	8	53	be	3529	6,6	99+	35	61N	9



*A Neptunusz keresőterképe*

### Hajnali célpont: a Praesepe

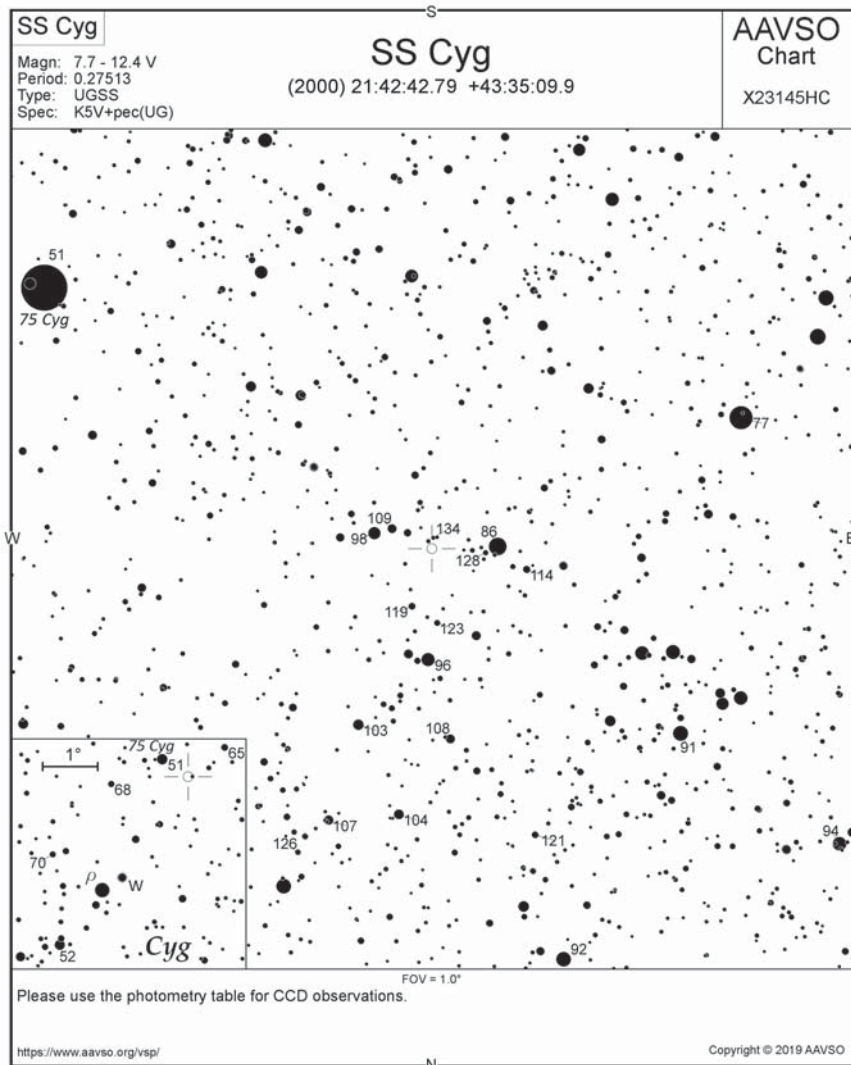
Szeptember 13-án a csillagászati szürkületben (02:45 UT körül) a Vénuszt az M44-től (NY, Cnc)  $2,2^\circ$ -kal délre, a horizont felett  $22^\circ$ -kal láthatjuk majd. Másnap (szeptember 14-én) csatlakozik hozzájuk a 15,5%-os, foggy Hold is, utóbbi 03:42 UT-kor elfedi a  $\gamma$  Cnc-t.

### A legnépszerűbb törpenóva: az SS Cygni

Az 1896-ban a Harvard College Observatory ifjú munkatársa, Louisa D. Wells által felfedezett, majd E. C. Pickering által publikált SS Cygni több okból is a változóészlelők egyik legkedveltebb célobjektuma. Az északi féltéke nagy részéről késő tavasztól a tél közepéig megfigyelhető. A SS Cyg a törpenóvák legnépesebb altípusának (UGSS) névadója. Változatos lefolyású, 7-8 hetente bekövetkező kitérései az egyik leggyakoribbak típusának kb. 375 ismert tagja között (felfedezése óta több mint 800 kitérést produkált!). A SS Cygni egyben a legfényesebb törpenóva, maximumban megközelíti, néha meg is haladja a 8 magnitúdót, míg minimumban alig lépi át a 12 magnitúdót, ami lehetőséget nyújt teljes fénymenetének akár kis távcsövekkel való végkövetésére is. Alapvetően két fő kitéréstípust figyelhetünk meg esetében. Az éles, 1-2 napig tartó és a hosszabb, akár egy hétig is elhúzódó kitéréseket (ez típusának több képviselőjénél is megfigyelhető). Ennek oka még nem teljesen tisztázott, napjainkig észlelt kitérései eloszlásában semmilyen szignifikáns statisztikai összefüggést nem találtak.

A SS Cyg, mint a kataklizmikus változók nagy többsége, szoros kettős rendszer, rövid, mindössze 6 és fél órási keringési periódussal. A rendszer egy 0,6 naptömegű fehér törpéből és egy 0,4 naptömegű, hűvösebb vörös törpéből áll. A törpe nóvák jól ismert működése szerint amikor a hidegebb komponens kitölti a Roche-térfogatát, a belső Lagrange-ponton anyagot ad át a fehér törpének. A főkomponens fehér törpe mágneses tere gyenge, így az átáramló gáz egy akk-

récíós korongot alkot körülötte. A törpenóvák kitöréseit az okozza, hogy az akkrécíós korong külső részeiben ciklikus, hirtelen sűrűségváltozások lépnek fel. Az anyag folyamatosan gyűlik a korongban, amikor aztán elér egy kritikus mennyiséget, akkor instabillá válik, és hirtelen ráhullik a fehér törpe felszínére. Az összezuhanás közben felszabaduló potenciális energia felfűti a korongot, és okozza a rendszer hirtelen felfényesedését.





A SS Cygni Földtől való távolsága VLBI-mérések alapján  $372 \pm 7$  fényév. A csillagot egy 5,1 magnitúdós kettőscsillag, a 75 Cygni segítségével könnyen megtalálhatjuk. Ez a 4 magnitúdós  $\rho$  Cygnitól mintegy 2,5°-ra található, amelyet a W Cyg SRB változó észlelői is bizonyára jól ismernek. Mivel kitörései előrejelezhetetlenek (közöttük extrém esetben 4, de akár 10 hét is eltelhet), napi rendszerességgű észlelése ajánlott. Kitörései alatt gyakrabban is megfigyelhetjük, mivel teljesen kiszámíthatatlan időtartamuk és lefolyásuk.

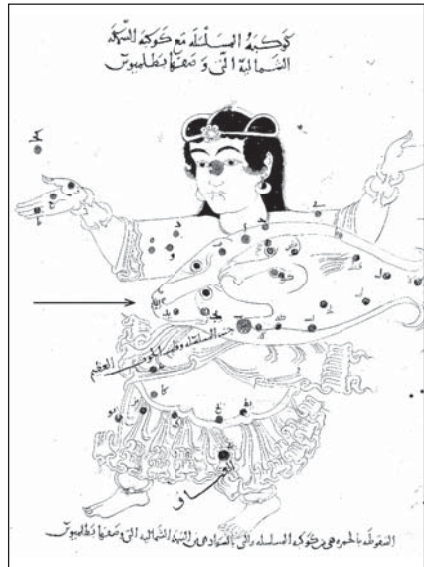
## Észleljük az Andromeda-galaxist!

Tiszta őszi és téli éjszakákon magasan látható az Andromeda csillagkép az északi féltéke égen. A figyelmes szemlélő az alakzat középső, fényesebb csillagától (Mirach) északra egy halvány, elnyúlt, ködös fényfoltot pillanthat meg szabad szemmel. Ez az M31, ismertebb nevén az Andromeda-galaxis, amely a hozzánk legközelebbi, Tejútrendszerünkhez hasonló nagy spirálgalaxis.

Abd al-Rahman al-Sufi perzsa csillagász 964-ben jegyezte fel „Állócsillagok és csillagképek könyve” c. munkájában mint egy szabad szemmel látható „kis felhőt”. Al-Sufi munkáját Európában a 11. századtól kezdve számos alkalommal latinul is kiadták, ezek a későbbi kiadások még egyértelműbben – bár egyre pontatlanabb pozícióban – mutatják a ködöt.

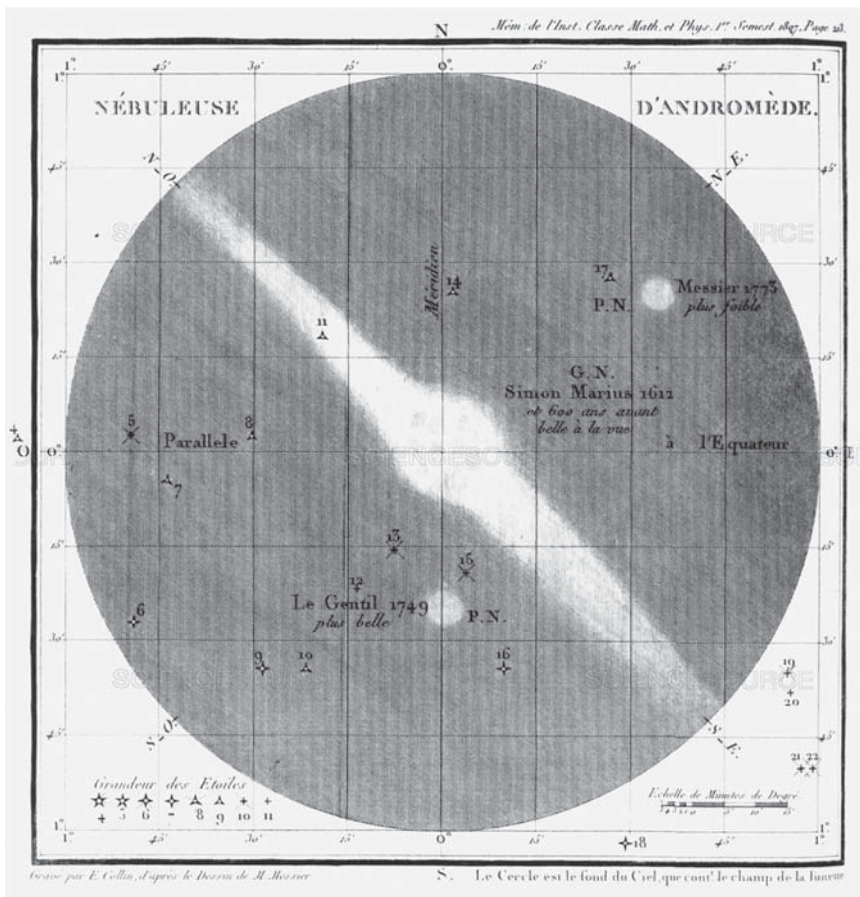


*Simon Marius német csillagász,  
az M31 tífkori felfedezője*



*Az Andromeda csillagkép Abd al-Rahman  
al-Sufi „Állócsillagok és csillagképek könyve” c.  
munkájából. Az M31 ismert első ábrázolása, a  
ködöt nyíl jelöli*





Charles Messier rajza az M31-ről és kísérőgalaxisairól

Az Andromeda-köd felfedezését Messier – nem tudva al-Sufi leírásáról – Simon Marius német csillagásznak tulajdonította, aki az objektum első távcsöves és egyben első újkori megfigyelője volt 1612-ben. Messier leírása nagyon szemléletes: két egymás felé forduló piramis formájú fénylésről ír, amelyek az alapjuknál érintkeznek. Ez a leírás tökéletesen ráillik a kis távcsövekben látottakra. 1807-ben közzétett rajzán feltünteti az M32-t, amelyet 1749-ben Le Gentil fedezett fel, és az M110-et, amely Messier saját, 1775-ös felfedezése (de csak az utókor illesztette katalógusa végére).

Lord Rosse, az 1,8 méteres parsonstowni „Leviatánnal” végzett észlelései során az általa felismert spirálködök csoportjába sorolta be a ködfoltot. Valós fizikai természete nagyon sokáig rejtély maradt, egyesek a Naprendszerhez közeli, formálódó bolygórendszernek vélték, amelyek sűrű közepontja egy születőben lévő csillag, a körülötte látható anyagkorongból pedig

bolygók fognak létrejönni. Mások eltérő véleményen voltak, így a legnagyobb vizuális észlelő, William Herschel is, aki a Tejútrendszerhez hasonló, önálló „sziget-univerzumnak” (Thomas Wright, Immanuel Kant) vélte az M31-et, távolságát pedig a Sirius távolságának 2000-szeresére becsülte.

A Világegyetem mérete, valamint a spirálködök valós természete egészen a 20. század elejéig megoldatlan kérdés maradt. Az asztrofizika 1800-as évek végén meginduló fejlődése lehetőséget adott a csillagászoknak a probléma új oldalról történő vizsgálatára. 1920. április 26-án került sor a híres „nagy vitára” Shapley és Heber D. Curtis között. A vita fő kérdése az volt, hogy vajon egyetlen galaxis létezik-e (amely egyben a teljes Univerzum), vagy a spirálködök voltaképpen „sziget-univerzumok”, a Galaxisunkhoz hasonló távoli objektumok? (A témával kapcsolatban lásd A Shapley–Curtis-vita című cikkünket!)

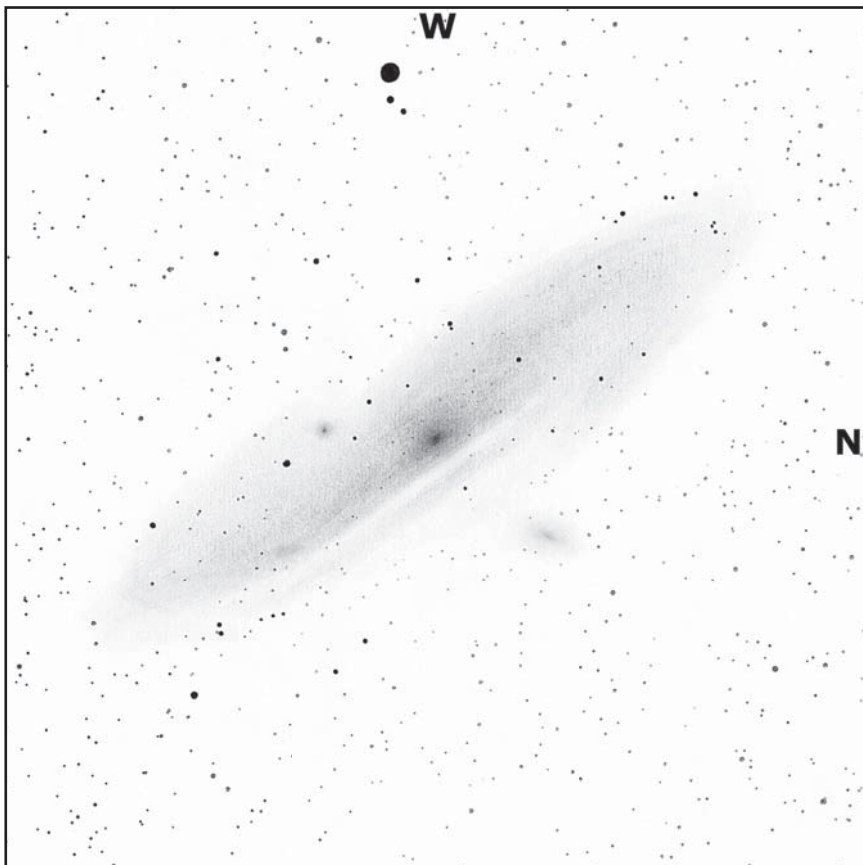
Az M31 felkeresése igazán egyszerű a kezdő amatőrcsillagász számára is. Szabad szemmel azonosítsuk a Mirachot ( $\beta$  Andromedae), majd haladjunk északnyugat felé kb.  $6\text{--}7^\circ$ -ot, a  $\mu$  és  $\nu$  And érintésével. Az utóbbi mellett, hozzávetőlegesen  $1,2^\circ$ -kal nyugatra megpillantjuk a galaxis ovális centrumát, amely halvány, elnyúlt derengésbe burkolódik. Mivel a galaxis összfényessége  $3,5$  magnitúdó körüli, a pontos hely ismeretében, városszéli égen, elfordított látással szabad szemmel is észrevehető.

Az M31 közismert, népszerű célpont, amely szinte minden csillagászati könyvben szerepel, így a laikusok is jól ismerik. A fényképeken lenyűgöző szépséggel tárul fel a közel éléről látszó spirális rendszer csillagainak, porfelhőinek kavargása, amelyet a két közeli kísérgalaxis, az M32 és M110 keretez. Ismertsége és látványossága néha csalódást okozhat annak a kezdő megfigyelőnek, aki fényszennyezett égen, esetleg kisebb méretű távcsővel, vagy nem a megfelelő nagytávval keresi fel. Az M31 ugyanis, bármennyire is közeli és „fotogén” objektum, vizuálisan nagy kihívás elé állítja a megfigyelőt. A fotókon feltűnő spirálkarok vizuálisan elég alacsony kontrasztúak, sőt fényszennyezett égbolton ezek a régiók teljesen láthatatlanok, csak az ovális magvidék észlelhető. Ennek homogén, sárgás, részlettelen fénylése kiábrándítja a kezdő próbálkozót, aki ráadásul sokszor a lehető legerősebb nagyítást alkalmazza. Az M31 eredményes és látványos észlelésének kulcsa a kis nagyítás, hatalmas látómező és igen sötét égbolt.

Városi égbolton sajnos nincs módunk a magvidéknél többet látni ebből a híres galaxisból, legfeljebb fotografikus úton, szűrők segítségével csalogathatunk elő több részletet.

Városszéli, kisvárosi megfigyelőhelyünkről binokulárral a nagy galaxist kb.  $2^\circ$  hosszú és kb.  $0,5^\circ$  széles ovális foltként azonosíthatjuk. Távcsővel szemlélve ekkor már láthatóak a spirálkar-régiók elnyúlt tartományai is, esetleg a porsávokat is megpillantjuk a mag és az M110 között, de a foltokat általában nem láthatjuk.

Rendkívül sötét égboltról láthatóvá válnak a legkülső régiók, ezek a rendszer hosszát  $3,5\text{--}4^\circ$ -ra, szélességét  $45'$ -re növelik. 1952–1953-ban Robert Jonckheere gondos észlelései  $5,2^\circ \times 1,1^\circ$  kiterjedést eredményeztek (egy  $50\text{ mm}$ -es binokulárt használt).  $15\text{--}20\text{ cm}$ -es távcsővel szemlélve a magvidéken kívül, az M110 felé eső tartományban egyértelműen és élesen látható két porsáv, amelyek a galaxis felületén ívelt sávként követhetőek nyomon. A külső régiókban, ahol a galaxis karjai befordulnak, fényesebb, ívelt foltok azonosíthatóak, így kirajzolódik a galaxis spirális szerkezete. Mivel a külső régiókban a kontraszt rendkívül alacsony (nem pedig éles, mint a fotókon!), ezeknek az inhomogenitásoknak és egymáshoz való pontos viszonyuknak az észrevételéhez sok éves megfigyelési tapasztalat is szükséges. Látszó méretéből adódóan az



*Cseh Viktor rajza kiválóan visszaadja az M31 és kísérői látványát, ahogyan azt közepes távcsővel, sötét égről észlelhetjük (130/650 T, 26x, a panorámarajz kb. 3°×3°-os területet ábrázol)*

Andromeda-galaxis észlelésére a kisebb és közepes átmérőjű, fényerős (f/5 körüli) műszerek a legalkalmasabbak. 15 cm-nél nagyobb átmérő esetében általában nem tudunk olyan kis hasznos nagyítást elérni, hogy legalább a galaxis belső, 2° hosszú része a látómezőbe férjen. Nagy átmérőjű műszerekkel az égitest finom részleteit tanulmányozhatjuk leginkább: az északnyugati perem közelében húzódó porsávokat, a felszín márványos foltosságát, a beforduló spirálkarok csillagfelhőit, köztük a legfényesebb NGC 206-ot.

Az M31 kísérőgalaxisai közül a két legfényesebb az M32 és az M110. Mindkét objektum elliptikus törpegalaxis, sőt az M32 feltehetőleg egy nagyobb csillagváros magjának tekinthető, amelynek külső rétegeit egy korábbi kölcsönhatás során az M31 magába olvasztotta. Az M110 elnyúlt, orsószerű galaxis, amely némi poranyagot is tartalmaz, mérete jóval nagyobb az M32-

nél, felületi fényessége pedig alacsonyabb. Sötétebb égbolton, binokulárral mindkét égitest látszik, bár az M32 10x-es nagyítással is szinte csillagszerűnek tűnik. Az M110 finom foltját a fényszennyezés könnyen letörölheti, de jó égbolton egyértelműen kivehető. Mivel elég távol van már a nagy galaxis magjától (mintegy 37 ívpercre), már közepes nagyításoknál is kívül maradhat a látómezőn. Az M31 távolabbi kísérői az égbolt több tíz fokos régiójában szóródnak szét az anyagagalaxis körül, így nemcsak az Andromedában, hanem a Cassiopeiában és a Pegasusban, sőt valószínűleg még a Piscesben is akad képviselőjük. Az NGC 147 és NGC 185 a két legkönnyebben észrevehető közülük, mindketten a Cassiopeia déli, Andromedával határos részében találhatóak. Törpe szferoidális galaxisok, amelyek forgási ellipszoid formájúak, és felületi fényességük alacsony (kettejük közül az NGC 147 megpillantása nehezebb). Mivel összfényességük 9-10 magnitúdó körüli, amelyhez kb. 10 ívperces kiterjedés társul, megfigyelésükhöz rendkívül jó égbolt és kis nagyítás szükséges. Ideális körülmények mellett 10 cm-es távcsővel egyértelműen azonosíthatóak: csekély nagyítással az egymás szomszédságában, a Tejút pazar csillagmezeje mögött lebegő két ovális derengés szokatlan, egyben nagyszerű látványt nyújt. 25 cm-es távcsőátmérő és legalább 200-szoros nagyítás szükséges az M31 fényesebb gömbhalmazainak megpillantásához, bár a legfényesebb G1-et (Mayall II) akár 15-20 cm-es műszerrel is észrevehetjük (fényessége 13,8 magnitúdó, átmérője kb. 4"). Ez utóbbi égitest az egész Lokális Csoport legnagyobb gömbhalmaza, kétszer akkora tömegű, mint az  $\omega$  Centauri. Mindkettőről azt feltételezik, hogy törpegalaxisok lecsupaszított magjai. A G1-et nem könnyű megtalálni, mivel a galaxis magjától 2,6° távolságra található, jóval a ködösségen kívül. Az M31 többi gömbhalmaza (3-400 biztos és legalább 600 meg nem erősített objektumról van szó) közül 25 cm-es műszerrel legalább tucatnyi, 35-40 cm-es átmérővel több tucat válik láthatóvá. A legfényesebbek 14-15 magnitúdós fényességűek, kiterjedésük 2" körüli, így szinte csillagszerűnek látszanak. A galaxis legfényesebb nyílthalmazai, asszociációi szintén elérhetőek a legnagyobb amatőr eszközökkel: a galaxist ábrázoló fotografikus térképek ezeket is ábrázolják a gömbhalmazok mellett.

## Évforduló

### 50 éve történt: holdkőzetminta automatikus visszajuttatása a Földre

1970-ig kétszer hoztak vissza kőzetmintát a Holdról. Ezeket az Apollo–11 és az Apollo–12 űrhajósai gyűjtötték a helyszínen. 1970-ben, több sikertelen kísérlet után, a szovjeteknek is sikerült ezt elérni egy ember nélküli holdszondával, a Luna–16-tal.

A Luna–16 1970. szeptember 12-én indult Bajkonurból. Szeptember 16-án állt Hold körüli pályára, amelyet többször módosítottak a leszállás elősegítésére. A szonda végül szeptember 20-án ért Holdat a Mare Fecunditatis területén. Nagyjából 35 cm mélységig fúrt le, és 101 g holdkőzetet gyűjt-



tött össze. Szeptember 21-én visszaindult, és 24-én érkezett vissza a Földre, a kazah Dzsezkazgan város közelében.

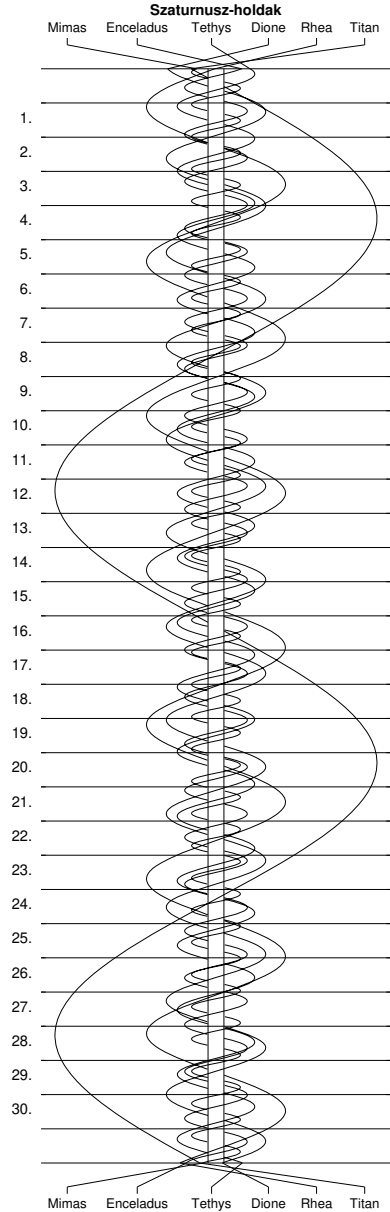
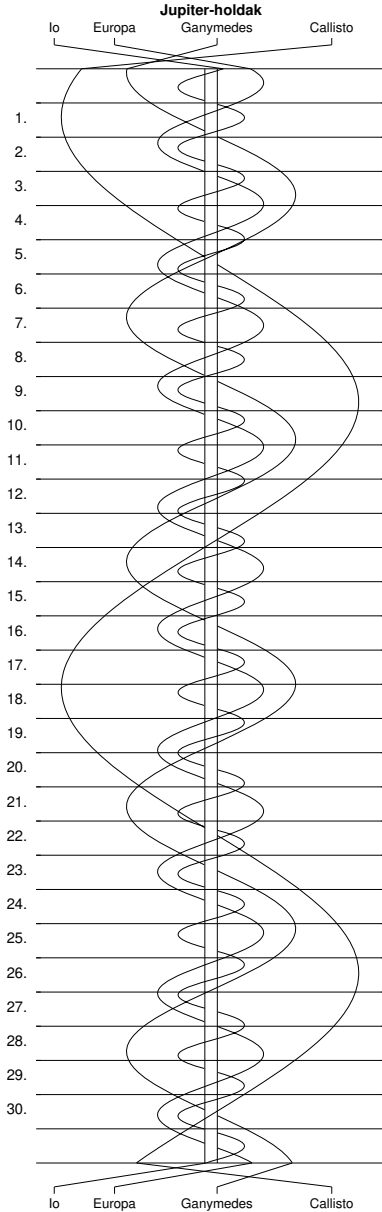
Ez volt az első űrszonda, amely kőzetmintákkal visszatért egy idegen égitestről. Az angol Sotheby's cég 1993-ban három pici (0,2 g össztömegű) darabot árverésen értékesített ebből, a leütési ár 442 500 USD volt.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	19:53.7	Io	ek
	20:21.4	Ganymedes	mk
	20:56.1	Io	ák
	22:10.0	Io	ev
	23:12.8	Io	áv
2	20:21.7	Io	fv
4	18:41.4	Europa	ek
	20:50.3	Europa	ák
	21:28.0	Europa	ev
5	17:56.5	Ganymedes	áv
6	18:50.1	Europa	fv
8	21:43.7	Io	ek
	22:51.5	Io	ák
9	18:50.5	Io	mk
	22:16.9	Io	fv
10	18:27.5	Io	ev
	19:36.8	Io	áv
11	21:07.6	Europa	ek
12	18:32.1	Ganymedes	ák
	21:57.3	Ganymedes	áv
13	19:43.6	Callisto	ek
	21:27.2	Europa	fv
16	20:41.5	Io	mk
17	18:02.9	Io	ek
	19:15.7	Io	ák
	20:18.8	Io	ev
	21:32.1	Io	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
18	18:41.0	Io	fv
19	17:32.6	Ganymedes	ek
	20:52.2	Ganymedes	ev
20	18:42.3	Europa	mk
22	17:43.0	Callisto	fk
	18:10.5	Europa	áv
24	19:55.5	Io	ek
	21:11.1	Io	ák
25	20:36.4	Io	fv
26	17:56.1	Io	áv
	21:23.5	Ganymedes	ek
27	21:14.5	Europa	mk
29	17:58.0	Europa	ák
	18:10.6	Europa	ev
	20:47.5	Europa	áv
30	16:55.7	Callisto	ev
	20:04.7	Ganymedes	fv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában  
 á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren  
 e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt  
 m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött  
 k = a jelenség kezdete  
 v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – október**

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. cs 275.	5 43	11 33	17 23	39,1	10,3	17 41	23 43	4 53	○ 22 05
2. p 276.	5 44	11 33	17 21	38,7	10,6	17 59	–	5 57	
3. sz 277.	5 46	11 32	17 19	38,3	11,0	18 18	0 24	7 00	
4. v 278.	5 47	11 32	17 17	37,9	11,3	18 38	1 05	8 04	
41. hét									
5. h 279.	5 48	11 32	17 15	37,5	11,6	19 01	1 47	9 08	
6. k 280.	5 50	11 32	17 13	37,1	11,9	19 28	2 31	10 13	
7. sz 281.	5 51	11 31	17 11	36,8	12,2	20 01	3 17	11 17	
8. cs 282.	5 52	11 31	17 09	36,4	12,4	20 43	4 07	12 19	
9. p 283.	5 54	11 31	17 07	36,0	12,7	21 35	4 58	13 16	
10. sz 284.	5 55	11 30	17 05	35,6	13,0	22 37	5 52	14 06	● 1 39
11. v 285.	5 57	11 30	17 03	35,2	13,3	23 47	6 47	14 48	
42. hét									
12. h 286.	5 58	11 30	17 01	34,9	13,5	–	7 42	15 23	
13. k 287.	6 00	11 30	16 59	34,5	13,8	1 03	8 36	15 53	
14. sz 288.	6 01	11 29	16 57	34,1	14,0	2 23	9 29	16 20	
15. cs 289.	6 02	11 29	16 56	33,8	14,2	3 45	10 22	16 44	
16. p 290.	6 04	11 29	16 54	33,4	14,5	5 08	11 15	17 08	● 20 31
17. sz 291.	6 05	11 29	16 52	33,0	14,7	6 33	12 10	17 34	
18. v 292.	6 07	11 29	16 50	32,7	14,9	7 58	13 06	18 03	
43. hét									
19. h 293.	6 08	11 28	16 48	32,3	15,1	9 22	14 03	18 38	
20. k 294.	6 10	11 28	16 46	31,9	15,2	10 41	15 03	19 20	
21. sz 295.	6 11	11 28	16 45	31,6	15,4	11 52	16 03	20 12	
22. cs 296.	6 13	11 28	16 43	31,2	15,6	12 52	17 01	21 12	
23. p 297.	6 14	11 28	16 41	30,9	15,7	13 39	17 56	22 17	● 14 23
24. sz 298.	6 16	11 28	16 39	30,5	15,8	14 16	18 47	23 25	
25. v 299.	6 17	11 28	16 38	30,2	16,0	14 45	19 35	–	
44. hét									
26. h 300.	6 19	11 27	16 36	29,9	16,1	15 09	20 20	0 33	
27. k 301.	6 20	11 27	16 34	29,5	16,2	15 30	21 02	1 40	
28. sz 302.	6 22	11 27	16 33	29,2	16,3	15 48	21 43	2 45	
29. cs 303.	6 23	11 27	16 31	28,9	16,3	16 06	22 23	3 48	
30. p 304.	6 25	11 27	16 29	28,5	16,4	16 24	23 04	4 52	
31. sz 305.	6 26	11 27	16 28	28,2	16,4	16 43	23 45	5 56	○ 15 49

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

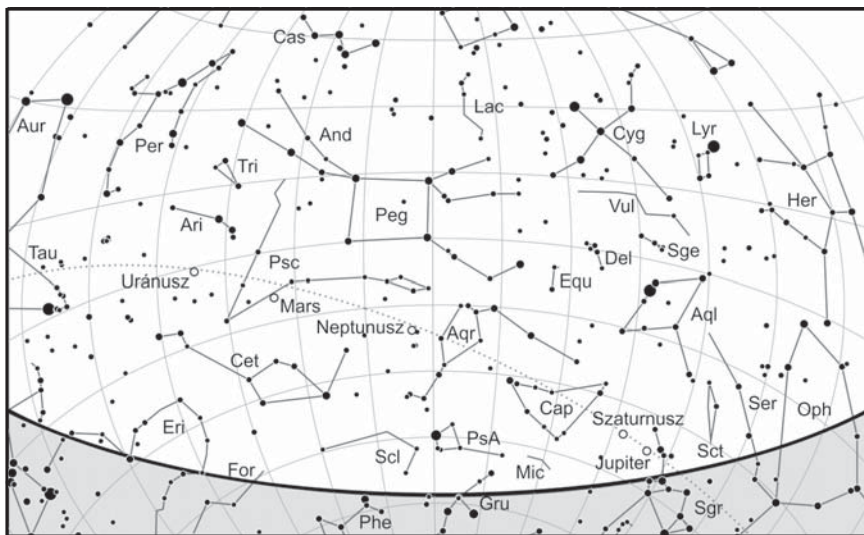
## Október

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 459 124	0 40 45	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 459 125	0 44 42	Petra, Örs, Tamás
3.	2 459 126	0 48 38	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 459 127	0 52 35	Ferenc, Aranka, Hajnalka
41. hét			
5.	2 459 128	0 56 32	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 459 129	1 00 28	Brúnó, Renáta, Csaba
7.	2 459 130	1 04 25	Amália, Mária, Márk
8.	2 459 131	1 08 21	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 459 132	1 12 18	Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 459 133	1 16 14	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 459 134	1 20 11	Brigitta, Andor, Sándor
42. hét			
12.	2 459 135	1 24 07	Miksa, Rezső
13.	2 459 136	1 28 04	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
14.	2 459 137	1 32 01	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15.	2 459 138	1 35 57	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 459 139	1 39 54	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 459 140	1 43 50	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 459 141	1 47 47	Lukács, Ambrus
43. hét			
19.	2 459 142	1 51 43	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 459 143	1 55 40	Vendel, Cintia, Irén, Irina
21.	2 459 144	1 59 36	Orsolya, Klementina, Zsolt
22.	2 459 145	2 03 33	Előd, Korinna
23.	2 459 146	2 07 30	Nemzeti ünnep; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 459 147	2 11 26	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 459 148	2 15 23	Blanka, Bianka, János, Margit
44. hét			
26.	2 459 149	2 19 19	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 459 150	2 23 16	Szabina
28.	2 459 151	2 27 12	Simon, Szimonetta, Alfréd
29.	2 459 152	2 31 09	Nárcisz, Melinda
30.	2 459 153	2 35 05	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 459 154	2 39 02	Farkas, Kristóf

10

Téli időszámítás kezdete október 25-én 2h KÖZEI-kor





*A déli égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** Október 1-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $25,8^\circ$ -ra a Naptól. Láthatósága azonban kedvezőtlen, fél órával a Nap után lenyugszik. A napok múltával tovább romlik a láthatósága, 15-ére teljesen belevész a Nap fényébe. 25-én alsó együttállásban van a Nappal. A hónap legutolsó napjaiban megjelenik napkelte előtt a délkeleti látóhatár fölött, 31-én már egy órával kel a Nap előtt, kedvezőbb láthatóság mellett.

**Vénusz:** Továbbra is kitűnően látszik a hajnali délkeleti égen, ragyogó fehér fénye kiemeli a többi égitest közül. A hónap elején három és fél, a végén bő három órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4,1^m$ -ről  $-4,0^m$ -ra, átmérője  $15,6''$ -ről  $13,2''$ -re csökken, fázisa  $0,72$ -ről  $0,81$ -ra nő.

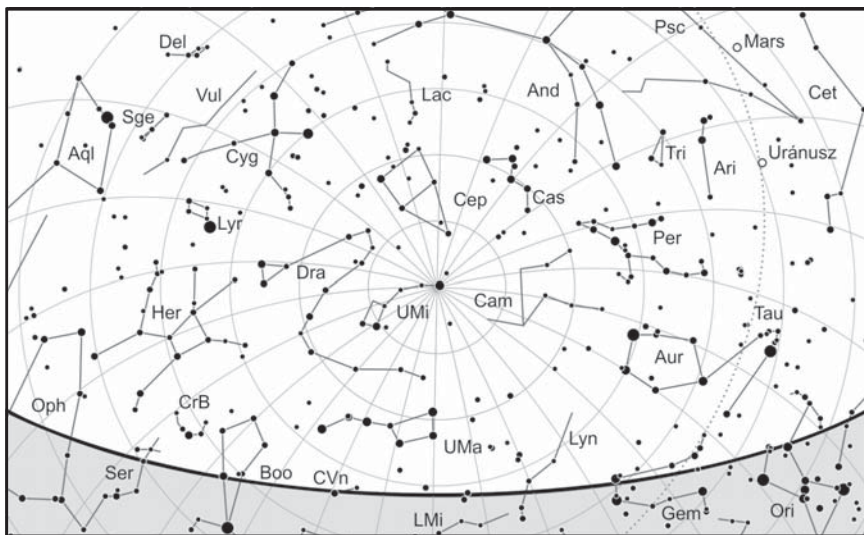
**Mars:** Hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. 14-én van szembenállásban a Nappal, egész éjszaka megfigyelhető. Fényessége  $-2,5^m$ -ről  $-2,6^m$ -ra nő, majd  $-2,2^m$ -ra csökken. Látszó átmérője  $22,4''$ -ről  $20,1''$ -re csökken.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg a délnyugati ég alján, a késő esti órákban nyugszik. Fényessége  $-2,3^m$ , átmérője  $39''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez Nyilas csillagképben. Az esti délnyugati ég alján kereshető, a késő esti órákban nyugszik. Fényessége  $0,5^m$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz:** Egész éjszaka látható, a Kos csillagképben végzi hátráló mozgását. 31-én szembenállásban van a Nappal.

**Neptunusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg, hajnalban nyugszik. Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



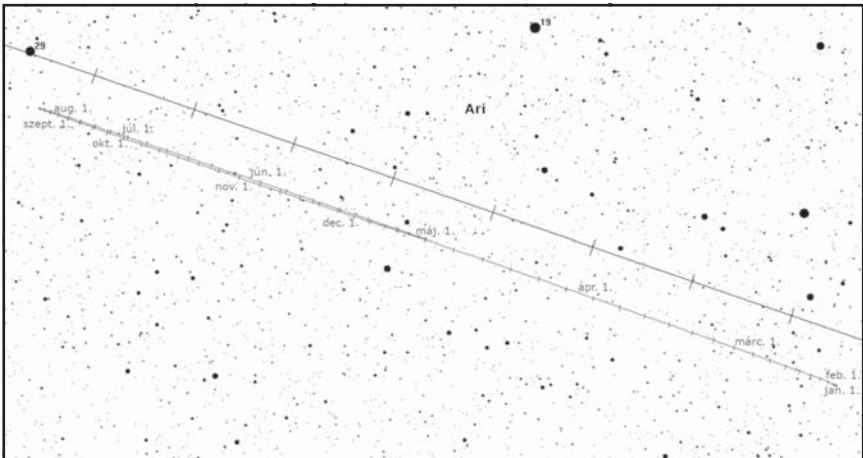
*Az északi égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)*

## Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
10.01.	2:00	a (4) Vesta kisbolygó (8,3 magnitúdós) 9'-cel délkeletre látható a 8 Leo-tól (5,7 magnitúdós)
10.01.	2:09	a Vénusztól 22,8'-cel nyugatra látható a v Leo (5,3 magnitúdós)
10.01.	16:06	a Merkúr legnagyobb keleti elongációja (25,8°, -0,0 magnitúdós, 6,8" átmérő, 60% fázis, Szűz csillagkép)
10.01.	17:31	a Szaturnusz gyűrűjének legjobb láthatósága, a gyűrű síkjának legnagyobb dőlése (B=22,8°)
10.01.	18:48	a (7) Iris kisbolygó (10,3 magnitúdós) 1°-kal délre látható az M24 fényes tejútfolttól (IC 4715, 3,1 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
10.01.	21:05	telehold (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 29' 30")
10.03.	2:13	a Vénusztól 10,5'-cel északnyugatra látható a Regulus ( $\alpha$ Leo, 1,4 magnitúdós)
10.03.	3:21	a (9) Metis kisbolygó (11,2 magnitúdós) 18'-cel délkeletre látható az M96 galaxistól (NGC 3368, 3,3 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
10.03.	4:13	a Mars 1,2°-ra északra látható a 98,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Halak csillagképben
10.03.	17:08	a Hold földtávolban (406308 km, látszó átmérő: 29' 24", 97,0%-os, csökkenő holdfázis)
10.03.	23:47	a Hold mögé belép a $\xi^1$ Ceti (4,4 magnitúdós, 96%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 01:10 UT-kor
10.03.	23:47	a Hold mögül kilép a 64 Ceti (5,6 magnitúdós, 96%-os, csökkenő holdfázis)

Dátum	Idő	Esemény
10.04.	1:15	a Neptunusztól 25,2°-cel északnyugatra látható a 96 Aqr (5,6 magnitúdós)
10.05.	13:58	a Hold minimális librációja ( $l = -2,89^\circ$ , $b = +3,29^\circ$ , 88,2%-os, csökkenő holdfázis)
10.06.	16:47	a Merkúr dichotómiája (25,2°-os keleti elongáció, 7,4" látszó átmérő)
10.07.	17:55	a (61) Danae kisbolygó (11,3 magnitúdós) 12°-cel északra látható a 66 Gem-től (5,1 magnitúdós)
10.07.	17:55	a (7) Iris kisbolygó (10,4 magnitúdós) 8°-cel északkeletre látható a Trumpler 33 nyílthalmaztól (Cr 378, 7,8 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
10.07.	20:59	a Hold mögül kilép a 109 Tauri (5,0 magnitúdós, 70%-os, csökkenő holdfázis)
10.08.	3:45	a Vénusztól 42°-cel délre látható a $\rho$ Leo (3,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben
10.08.	22:46	a Hold mögül kilép a 8 Geminorum (6,1 magnitúdós, 60%-os, csökkenő holdfázis)
10.08.	23:05	a Hold mögül kilép a 9 Geminorum (6,2 magnitúdós, 60%-os, csökkenő holdfázis)
10.08.	23:26	a 60%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 3' 7"-re délre látható a 10 Geminorum (6,6 magnitúdós)
10.09.	22:56	a Hold mögül kilép a 48 Geminorum (5,9 magnitúdós, 50%-os, csökkenő holdfázis)
10.09.	23:00	a Neptunusztól 59°-cel északnyugatra látható az NGC 7585 galaxis (11,4 magnitúdós) a Vízöntő csillagképben
10.10.	0:39	utolsó negyed (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 30' 44")
10.10.	22:02	a Hold mögül kilép a 9 Cancrī (6,0 magnitúdós, 40%-os, csökkenő holdfázis)
10.11.	18:37	a (747) Winchester kisbolygó oppozícióban (10,3 magnitúdós, Cet csillagkép)
10.12.	8:58	a Hold maximális librációja ( $l = -7,24^\circ$ , $b = -5,47^\circ$ , 26,1%-os, csökkenő holdfázis)
10.13.	17:43	a (7) Iris kisbolygó (10,4 magnitúdós) 26°-cel délre látható az M25 nyílthalmaz (IC 4725, 4,5 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
10.14.	2:07	a Vénusz 3,6°-ra délnyugatra látható a 10,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól az Oroszlán csillagképben
10.14.	2:08	a Mars oppozícióban a Halak csillagképben (-2,6 magnitúdós, 22,3" átmérő)
10.15.	3:54	a Vénusztól 25,7°-cel északkeletre látható a $\chi$ Leo (4,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben
10.15.	4:44	38 óra 47 perces holdsarló 18,0° magasan a reggeli égen (a Vénusztól 16°-ra keletre)
10.16.	19:31	újhold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 33' 29"), a 2020-as év legnagyobb újholdja
10.16.	23:40	a Hold földközelen (356913 km, látszó átmérő: 33' 28", 0,0%-os, növekvő holdfázis)
10.17.	16:11	20 óra 40 perces holdsarló 3,0° magasan az esti égen
10.18.	4:28	a Hold minimális librációja ( $l = +2,85^\circ$ , $b = -3,96^\circ$ , 3,0%-os, növekvő holdfázis)
10.18.	16:09	44 óra 38 perces holdsarló 7,1° magasan az esti égen
10.20.	17:56	a (7) Iris kisbolygó (10,4 magnitúdós) 27°-cel északra látható a Palomar 8 gömbthalmaz (11,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
10.21.	17:33	a 31,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól 38' távolságra északra látható az M28 gömbthalmaztól (6,9 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
10.21.	18:43	a Hold mögé belép a $\lambda$ Sagittarii (2,8 magnitúdós, 31%-os, növekvő holdfázis)
10.22.	1:27	a (4) Vesta kisbolygó (8,2 magnitúdós) 2,2°-al északra látható a Regulustól ( $\alpha$ Leo, 1,4 magnitúdós)
10.22.	19:07	a Jupiter 2,8°-ra északra látható a 42,1%-os, növekvő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben

Dátum	Idő	Esemény
10.23.	13:23	első negyed (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 30' 58")
10.23.	14:48	a (11) Parthenope kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Halak csillagkép)
10.23.	16:15	a Szaturnusz 7,3°-ra nyugatra látható az 51,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas/Bak csillagképekben
10.24.	17:27	a 62,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13' 22"-re északra látható a $\phi$ Capricorni (5,2 magnitúdós)
10.24.	23:37	a Hold maximális librációja ( $l = +7,06^\circ$ , $b = +5,64^\circ$ , 64,5%-os, növekvő holdfázis)
10.25.	19:50	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal
10.26.	1:12	a (4) Vesta kisbolygó (8,2 magnitúdós) 3'-cel délre látható a 37 Leo-tól (5,4 magnitúdós)
10.26.	3:34	a (79) Euryome kisbolygó (10,9 magnitúdós) 1'-cel északra látható a 127 Tau-tól (6,7 magnitúdós)
10.27.	2:50	a Marstól 9' 27"-cel északnyugatra látható a 77 Psc (6,4 magnitúdós)
10.27.	17:35	a (471) Papagena kisbolygó oppozícióban (9,5 magnitúdós, Cet csillagkép)
10.29.	20:04	a Mars 3,4°-ra északnyugatra látható a 97,0%-os, növekvő fázisú Holdtól a Halak/Cet csillagképekben
10.29.	21:38	a 99,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 3' 54"-re északra látható a 35 Ceti (6,6 magnitúdós)
10.30.	18:29	a Hold földtávolban (406401 km, látszó átmérő: 29' 24", 99,4%-os, növekvő holdfázis)
10.31.	14:49	telehold (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője 29' 25"), a 2020-as év legkisebb teleholdja
10.31.	15:53	az Uránusz oppozícióban a Kos csillagképben (5,7 magnitúdós, 3,8" átmérő)
10.31.	16:38	az Uránusz 3,9°-ra északnyugatra látható a 99,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kos csillagképben



Az Uránusz keresőtérképe

## Földközelen a Mars

Külső bolygósomszédunkon egy év közel 687 földi napig tart. Földünk és a Mars Nap körüli keringési idejéből következik, hogy a pályáján gyorsabban mozgó bolygónk közelítőleg 26 havonta „utoléri” külső szomszédját – az ilyenkor bekövetkező oppozíciók adják a megfigyelésre legkedvezőbb időszakokat. A Mars pályája azonban a szinte tökéletesen kör alakú földpályánál jóval elnyúltabb, így a két bolygó távolsága egyes oppozíciók során tág határok között változik. Ideálisak a Mars napközelsége közelében bekövetkező ún. perihéliumi oppozíciók (emlékezetes a 2003-as nagy oppozíció) – míg naptávolban bekövetkező oppozíciók alatt csaknem kétszer távolabbról észlelhetjük csak a bolygót.

A 2020-as Mars-közelség idején a bolygó déli pólusvidéke lesz jobban megfigyelhető. A porviharok kialakulására a Mars napközelsége idején (amikor a déli féltekén nyár, az északon tél uralkodik) van nagyobb esély. Bár pontos előrejelzés nem adható, a porviharok időszaka a mostani láthatóság során várhatóan július második felétől szeptember elejéig tart, legnagyobb valószínűséggel augusztus 10-e körül alakulhatnak ki porviharok a Hellas-medence északnyugati régiójában. Az egész bolygót beborító viharok kialakulására is van esély, ezek általában a marsi nyár végén jelennek meg, ami Földünkön most november közepére esik. A kialakuló vihar magját a Hellas-medencében, a Serpentis Noachis régióban, vagy a Solis Lacus területén kereshetjük majd.

Az idei Mars-közelség során a 2018-asnál kissé nagyobb távolságból, de az előzőnél sok szempontból előnyösebb időszakban nyílik módunk a Mars tanulmányozására. Már a láthatóság kezdetén a Nap fényzőnőből kibukkanó, alig 4"-es korongon is képesek a mai amatőr eszközök nagyobb részletek elkülönítésére. A bolygókorong átmérőjének növekedésével egyre finomabb részleteket figyelhetünk majd meg. A láthatóság során minél rendszerezőbb észleléssel kísérjük figyelemmel a sarki jégsapkák változásait, a légkörben megjelenő felhőket, az ún. kék tisztulás jelenségét, az albedóalakzatok formájának, kontrasztjának, színének változásait, porviharok kitörését és terjedését. A 24" körüli maximális korongátmérő már igen sok apró részletet mutat meg, a bolygóról a földivel közel megegyező tengelyforgási idő miatt néhány napos munkával látványos animációkat, illetve felszínéről szalagtérképet is készíthetünk.

Bár a vörös bolygó égi útján már 2019 októberében 12°-os távolságra kerül a Naptól, idei láthatósága március közepén veszi kezdetét, -23°-os deklinációnál, 6" körüli látszó átmérővel a Nyilas csillagképben. Innen április elejére a Bakba vándorol át, majd folyamatosan emelkedő égi pályáján belép a Vízöntő (május) majd a Halak (június) csillagképekbe. Az égi egyenlítőt július 12-én éri csak el, ami rossz hír az északi féltekéről észlelőknek. Bár a bolygó meglehetősen alacsonyan lesz megfigyelhető, a későbbiek során a 2018-as láthatóságnál mintegy 31°-kal magasabban lesz észlelhető. Szeptember 9-én mozgása hátrálóvá válik, majd csak november 15-én vált ismét előretartóvá. Közben a legnagyobb közelség október 6-án, mintegy 62 millió km távolságban következik be, ekkor a bolygókorong átmérője alig 1,7"-cel lesz kisebb a 2018-as maximumnál. A kedvezőbb helyzet miatt a 22,6"-es korongot minden bizonnyal jobb körülmények között észlelhetjük majd. A két bolygó pályájának jellemzői miatt a legnagyobb közelség és az oppozíció között jelentős időbeli eltérés lehetséges, így idén is egy héttel később, október 14-én következik be a szembenállás, akkorra a bolygó látszó átmérője csupán 0,2"-nyit csökken.

Ezt követően az egyre kisebb korong még csaknem egy évig megfigyelhető marad, mígnem elvész ismét a Nap ragyogásában.

Az idei Mars-közelség fontosabb – sok esetben csak rendkívül nagyon bizonytalanul előre jelezhető – eseményeit az alábbi táblázat tartalmazza.

dátum	a bolygó adatai	várható jelenségek
2019. október 8.	Ls=90°, dec=0°, átm. 3,6"	Napforduló a Marson. Az északi féltéken nyár, a délin tél uralkodik. Orografikus felhők a Tharsis vulkánjai körül. Időszakos felhők a Syrtis Major és Lybia körül. Esetleges fehér felhők megjelenése. Az NPC maradványának jelentős változásai. Lemuria esetleges lecsatolódása az NPC-ről.
2020. március 19.	Ls=168,6°, dec=-22,4°, átm. 6"	A Mars-közelség kezdete. 10-20 cm-es műszerekkel már elérhető a bolygó. CCD-kamerákkal kis felbontású képek készíthetők. Megjelenik az SPC. Látható-e az északi pólus körüli gallér?
2020. május 9.	Ls=197,6°, dec=-14,2°, átm. 8"	Az SPC zsugorodásnak indul. A Syrtis Major sötétedik.
2020. június 7.	Ls=215,1°, dec=-7,6°, átm. 9,7"	A Mars kvadraturában. Az SPC fényes kivetülése a Novissima Thyle területére. A Rima Augusta sötét hasadéka megjelenik. A Rima Australis megjelenik az SPC-ben. Az SPC fényes kivetülése az Argenteus Mons területére. Esetleges sötét felhők a Serpentis-Hellespontus, esetleg Noachis területén.
2020. július 7.	Ls=172,4°, dec=-0,9°, átm. 12"	Az SPC gyors visszahúzódása. A Novus Mons fényes fehér foltja megfigyelhető, a Rima Australis szélességig. Különlegesen tiszta, átlátszó marsi légkör. Esetleges peremvidéki felhők, első porviharok megjelenése.
2020. szeptember 3.	Ls=270°, dec=6,7°, átm. 19,2"	Napforduló: az északi féltéken tél, a délin nyár uralkodik. Csökkenő számú fehér felhőzet. Esetleges fehér foltok a sivagatos vidékeken, porviharok. Orografikus felhők az Arsia Mons környékén.
2020. szeptember 9.	Ls=274,2°, dec=6,8°, átm. 20,1"	A bolygó mozgása hátrálóvá válik.
2020. október 6.	Ls=291°, dec=6°, átm. 22,6"	Legnagyobb Mars-közelség. Az SPC fényes kivetülése a Novissima Thyle területére. Rima Australis látható az SPC-ben. Az SPC fényes kivetülése az Argentinus Mons területére. Porfelhők a Serpentis-Hellespontus és Noachis vidékén.
2020. október 14.	Ls=295,2°, dec=5,5°, átm. 22,4"	A Mars szembenállásban
2020. november 15.	Ls=314,1°, dec=5,2°, átm. 17,7"	A bolygó mozgása ismét előretartóvá válik. Megfigyelhető-e az SPC maradványa? Porviharok nagyobb valószínűséggel. Orografikus felhők az Arsia Mons körül.
2021. február 8.	Ls=0°, dec=19,9°, átm. 7,4"	Nap-éj egyenlőség. Az északi féltéken tavasz, a délin ősz van.

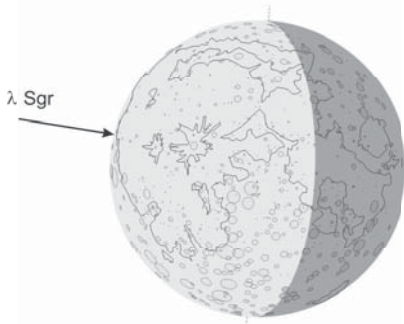
A  $\lambda$  Sagittarii fedése október 21-én

A  $\lambda$  Sgr a teáskanna legészakibb csillaga, a kanna fedele. Az  $\alpha$  és  $\beta$  Sgr-nél jóval fényesebb, 2,8 magnitúdós, így esti fedése a 31%-os, növekvő Hold mellett még a legkisebb távcsövekkel is látszani fog. Egyetlen hátrány a horizonthoz való közelsége, mindössze 3–4°-on láthatjuk (északkeleti megyéinkben csak 1°-on). Igazán érdekes látvány lesz a torz holdsarló és a vibráló csillag látványa. A hamuszürke fény látványa bizonytalan, nagyon tiszta időben talán látható lesz. Csak a belépés látszik, a Hold úgy nyugszik, hogy a csillag még mögötte lesz. A korong „te-libe találja” a csillagot, a PA szög 80°. Érdekes és hálás fotótéma a jó délnyugati horizontú megfigyelőknek. A holdnyugta után pedig egy hosszú, holdmentes éjszaka vár az amatőrcsillagászra.

A  $\lambda$  Sagittarii október 21-i fedésének adatai néhány magyarországi városra

hely	eltűnés					
	UT h m s	Hold Alt	CA °	PA °		
Sopron	18 41 3	4	80N	78		
Szombathely	18 41 33	5	81N	79		
Zalaegerszeg	18 42 8	5	82N	80		
Győr	18 41 55	4	81N	79		
Kaposvár	18 43 27	4	83N	82		
Veszprém	18 42 45	4	82N	80		
Tatabánya	18 42 15	4	81N	80		
Pécs	18 44 9	4	84N	83		
Székesfehérvár	18 43 3	3	82N	81		
Szekszárd	18 44 15	4	84N	83		
Paks	18 44 3	4	84N	82		
Budapest	18 43 11	3	83N	81		
Kecskemét	18 44 24	3	84N	82		
Salgótarján	18 43 8	2	82N	81		
Szeged	18 45 31	3	86N	84		
Miskolc	18 43 52	2	83N	81		
Debrecen	18 45 9	1	85N	83		
Nyíregyháza	18 44 43	1	84N	83		





A λ Sgr fedése

### A Hold csillagfedései

dátum		UT			j	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m		fázis	h	CA	PA
10	03	19	11	10	ki	303	6,4	96-	18	89S	261
10	03	23	46	47	be	327	4,4	96-	51	-71N	62
10	03	23	46	50	ki	322	5,6	96-	51	59S	230
10	04	1	10	27	ki	327	4,4	96-	49	63S	233
10	05	1	36	21	ki	437	7,3	91-	55	54N	294
10	05	21	8	20	ki	527	6,2	86-	30	79S	249
10	06	22	2	18	ki	93973	7,1	78-	33	35S	208
10	07	3	35	16	ki	700	5,9	77-	59	67S	240
10	07	20	59	9	ki	792	5,0	70-	16	40S	217
10	08	2	9	3	ki	77191	7,2	69-	63	46S	223
10	08	22	46	20	ki	954	6,1	60-	27	62N	300
10	08	23	5	8	ki	956	6,2	60-	30	57S	239
10	09	3	39	23	ki	78336	7,7	59-	67	61N	302
10	09	22	55	55	ki	1092	5,9	50-	20	47N	320
10	10	0	27	24	ki	79214	7,9	50-	34	51S	239
10	10	1	1	33	ki	79236	8,1	49-	40	53S	241
10	10	22	2	27	ki	1221	6,0	40-	3	62S	255
10	11	23	26	52	ki	80631	7,6	29-	5	81S	280
10	13	2	18	12	ki	98974	8,6	19-	20	89N	295
10	13	2	28	58	ki	98983	8,4	19-	22	49N	335
10	13	2	48	50	ki	98984	8,0	18-	25	58S	262
10	21	18	43	11	be	2672	2,8	31+	3	83N	81
10	24	19	54	2	be	190252	7,2	62+	17	52S	109
10	28	20	50	8	be	60	6,9	93+	40	87S	60



## Vénusz–Regulus együttállás október 3-án

Igen látványosnak ígérkezik a Vénusz és a Regulus október 3-i együttállása, amikor az éjszaka végén (02:13 UT) a bolygó és a csillag 10'-re megközelíti egymást. Szabad szemmel is jól látható lesz a két objektum szoros párosa a horizont felett 8°-kal, jó légkör esetén már korábban is észrevehetjük őket. A csillagászati szürkület végére (03:00 UT) a páros szögtávolsága 13'-re nő, ekkor már 20° magasan lesznek láthatók.

## Évfordulók

### 200 éve halt meg Taucher Ferenc

(1738. július 16., Kolozsvár – 1820. október 20., Buda)

Taucher Ferenc 1753-ban Trencsénben lépett be a jezsuiták közé. 1757-től a nagyszombati egyetemen dolgozott, Weiss Ferenc akkori igazgató segédjeként. Észleléseit Weiss publikálta – a megfigyelő megjelölésével – a nagyszombati évkönyvekben (például „Observationes eclipsium Satellitum Jovis a P. Weiss tubo 4. ped. Newtoniano, & a Patre taucher tubo dioptrico 13. ped. factae”, *Observationes Astronomicae Anni 1768. 1769. & 1770. in Observatorio Collegii Academici Societatis Jesu Tyrnaviae in Hungariae*, Nagyszombat, 1772, pp. C3r-C3v). Ezek a korban szokásos megfigyelések voltak: Jupiter-holdak fedései, fogyatkozások stb.

Weiss az egyetemen tartott a Budára költözéskor, és a Budai Csillagda igazgatója lett. Posztját Taucher vette át Nagyszombatban. Megfigyelési programját a Hell Miksa által kiadott bécsi évkönyvekben követhetjük nyomon (például „Observationes Astronomicae Anno 1778. & 1779. Tyrnaviae in Ungaria ab. Adm. R. ac. clariss. Domino Franciscen Taucher Astron. Regio”, *Ephemerides Astronomicae Anni Bisexti 1780*, Bécs, 1779, pp. U6v-U7r). Weiss halálakor Tauchert nevezték ki a Budai Csillagda igazgatójának. Észleléseit továbbra is a bécsi évkönyvekben tette közzé (például „Observationes Astronomicae factae Budae a Cl. D. Taucher et D. Bruna Astr. Reg. Adjuncto Budae annis 1795 et 1796”, *Ephemerides Astronomicae Anni 1798*, Bécs, 1797, pp. 272–273; az itt említett Bruna nem más, mint Bruna Ferenc (Franjo Bruna), a csillagda horvát származású asszisztense).

Taucher elméleti és gyakorlati csillagászatot egyaránt tanított a Pesti Egyetemen 1788 és 1806 között. 1806-ban vonult nyugdíjba, utána címzetes pécsi kanonokként az egyetemes pap-nevelde lelkiigazgatója lett.

### 50 éve indították a Zond–8 szondát

A Zond űrszondák a szovjet holdprogram részeit alkották. A Holdra való eljutás különféle fázisainak tesztelése volt a céljuk. A Zond–8 – az utolsó a sorozatban – 1970. október 20-án indult. Célja a Hold megkerülése volt. A repülés során számos felvételt készített a Földről és a Holdról is. Október 24-én megkerülte a Holdat, majd 27-én ért vissza a Földre. Az Indiai-óceánban szállt le, a Chagos-szigetektől délkeletre. A sikeres repülés után a programot nem folytatták.

## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	18:55.4	Io	mk
3	17:35.2	Io	ák
3	18:33.5	Io	ev
3	19:51.4	Io	áv
4	17:00.8	Io	fv
6	17:58.2	Europa	ek
6	20:34.9	Europa	ák
6	20:45.4	Europa	ev
7	18:41.5	Ganymedes	mv
7	20:36.6	Ganymedes	fk
8	18:36.1	Europa	fv
9	20:50.2	Io	mk
10	18:12.6	Io	ek
10	19:30.6	Io	ák
10	20:28.4	Io	ev
11	18:56.3	Io	fv
13	20:34.9	Europa	ek
14	19:19.8	Ganymedes	mk
17	19:12.5	Callisto	ák
17	20:08.5	Io	ek
18	17:15.1	Io	mk
18	18:04.1	Ganymedes	áv
19	16:53.4	Io	ev
19	18:10.9	Io	áv
22	18:22.9	Europa	mk
24	17:59.1	Europa	áv
25	16:49.1	Ganymedes	ev
25	17:58.2	Callisto	mk
25	18:36.4	Ganymedes	ák
25	19:12.1	Io	mk
26	16:34.6	Io	ek
26	17:50.0	Io	ák
26	18:50.4	Io	ev
27	17:16.4	Io	fv
31	17:45.9	Europa	ák
31	18:04.6	Europa	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

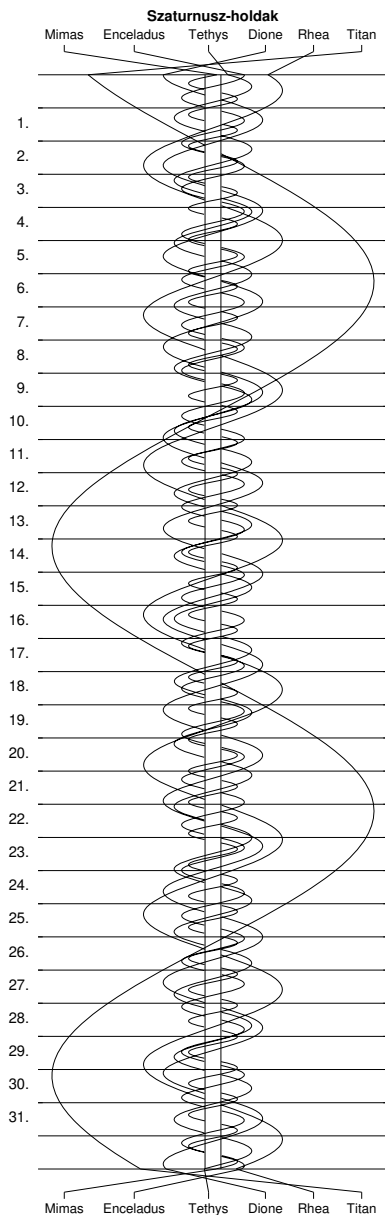
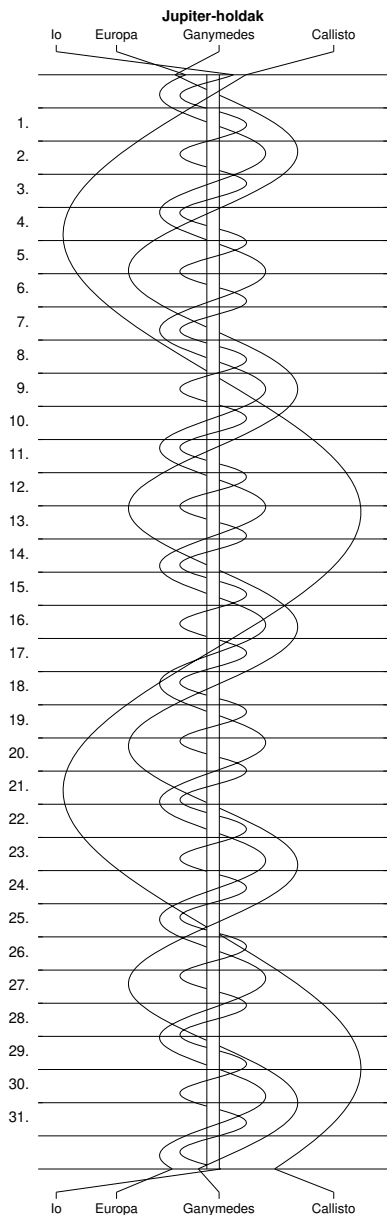
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



## Nyári időszámítás? Téli időszámítás?

A jelenleg érvényes szabályozás szerint hazánkban (az EU sok más tagállamához hasonlóan) évente kétszer van óráátállítás: március utolsó vasárnapjának hajnalán 2 óráról 3 órára állítjuk előre az órákat, ezzel megkezdődik a nyári időszámítás. Október utolsó vasárnapján pedig 3 órákor visszaállítjuk 2 órára az órákat, ezzel kezdődik a téli időszámítás (helyesen: közép-európai idő). Egy év során hét hónapig élünk a nyári időszámítás, öt hónapig pedig a téli időszámítás szerint.

A nyári időszámítás először 1916. május 1. és szeptember 30. között volt érvényben Magyarországon. Az intézkedést azzal indokolták, hogy az ily módon megtakarított erőforrásokat is a háborús háttérgazdaság támogatására fordítják. Az óráátállítást a világháború befejezése után, 1919 novemberében szüntették meg. Az 1940-es években a II. világháború időszakában vezették be ismét a nyári időszámítást, amely rövidebb megszakítással 1957-ig volt használatban. Ezt követően 1980 áprilisában lépett ismét életbe a nyári időszámítás, amelyet energiatakarékossági szempontokkal indokoltak. Jellemzően 6 hónap időtartamra lépett életbe a nyári időszámítás, ezt toldották meg egy hónappal 1996-tól, vagyis attól az évtől kezdve tart hét hónapig a nyári időszámítás.

Magyarországon az óráátállítás szabályai az elmúlt években nem változtak — miként az Európai Unióban sem. Bizonyára sokakat foglalkoztat a kérdés, hogy az elkövetkező években mi várható. Az Európai Parlament és az Európai Tanács irányelve (2000/84/EK) értelmében az Unió március utolsó vasárnapján 1:00 UT-tól október utolsó vasárnapján 1:00 UT-ig alkalmazza a nyári időszámítást – ez nálunk azt jelenti, hogy márciusban 2 óráról 3 órára, októberben pedig 3 óráról 2 órára tekerjük az óráink mutatóit. Az Európai Bizottság ötévenként ad ki egy-egy közleményt, mely az irányelv alapján a következő öt évre vonatkozó konkrét dátumokat nevezi meg. A 2016/C 61/01-es közlemény értelmében 2021-ig biztosan érvényben marad a jelenlegi rendszer.

Néhány éve indult el a „GMT+2-t Magyarországnak!” kezdeményezés, mely azt javasolja, hogy – a nyári időszámítás intézményének megtartása mellett – térjünk át a kelet-európai zónaidőre (melyhez a nyári félévben újabb órát adunk, s így akkor óráink már 3 órával járnának UT előtt).

Annai bizonyos, hogy a nyári időszámítás „napjai” meg vannak számlálva, ugyanis az Európai Parlament 2019. március 26-i ülésén úgy döntött, hogy az óráátállítást 2021-től kezdődően eltörli.

Az uniós tagállamok, amelyek a nyári időszámítás szerint szeretnék mérni az időt, legutoljára 2021. március utolsó vasárnapján válhatnak nyári időszámításra, áll a parlamenti állásfoglalásban. A téli időszámítást választó országok utolsó váltása a téli időszámításra 2021. október utolsó vasárnapján történhet meg.

Évkönyvünk zárásakor még nem tudhatjuk, Magyarország melyik időszámítás mellett dönt, meglehet, hogy ez az utolsó kötet, melynek szerkesztése során a nyári/téli időszámítást is tekintetbe kellett vennünk.

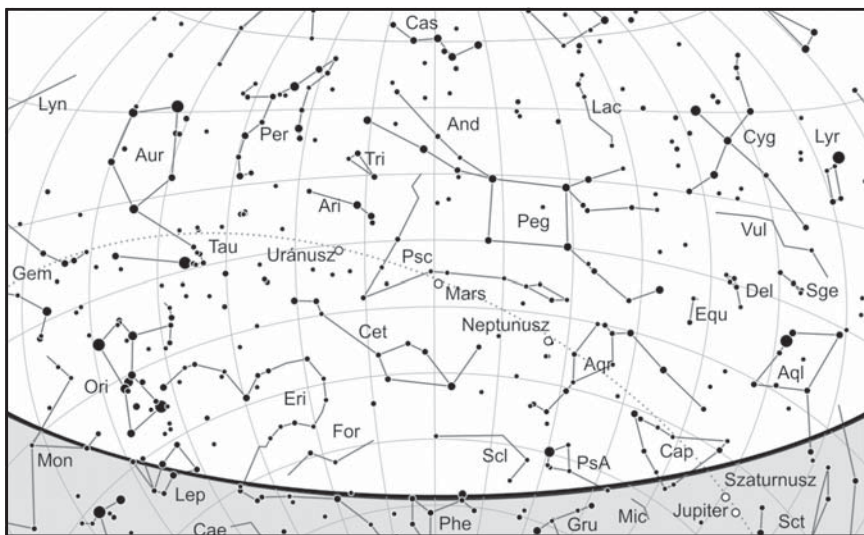
$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – november**

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. v 306. 45. hét	6 28	11 27	16 26	27,9	16,5	17 05	–	7 00	
2. h 307.	6 29	11 27	16 25	27,6	16,5	17 30	0 29	8 05	
3. k 308.	6 31	11 27	16 23	27,3	16,5	18 02	1 15	9 10	
4. sz 309.	6 32	11 27	16 22	26,9	16,5	18 40	2 03	10 13	
5. cs 310.	6 34	11 27	16 20	26,6	16,5	19 28	2 54	11 11	
6. p 311.	6 35	11 27	16 19	26,4	16,4	20 25	3 46	12 03	
7. sz 312.	6 37	11 27	16 18	26,1	16,4	21 31	4 40	12 47	
8. v 313. 46. hét	6 38	11 27	16 16	25,8	16,3	22 43	5 33	13 24	● 14 46
9. h 314.	6 40	11 27	16 15	25,5	16,2	23 59	6 26	13 54	
10. k 315.	6 41	11 28	16 14	25,2	16,1	–	7 17	14 21	
11. sz 316.	6 43	11 28	16 12	24,9	16,0	1 17	8 08	14 45	
12. cs 317.	6 44	11 28	16 11	24,7	15,9	2 37	9 00	15 08	
13. p 318.	6 46	11 28	16 10	24,4	15,8	3 59	9 52	15 32	
14. sz 319.	6 47	11 28	16 09	24,1	15,6	5 23	10 47	15 58	
15. v 320. 47. hét	6 49	11 28	16 08	23,9	15,4	6 48	11 44	16 30	● 6 07
16. h 321.	6 50	11 28	16 06	23,6	15,3	8 12	12 44	17 08	
17. k 322.	6 52	11 29	16 05	23,4	15,1	9 31	13 45	17 57	
18. sz 323.	6 53	11 29	16 04	23,2	14,9	10 39	14 46	18 55	
19. cs 324.	6 54	11 29	16 03	22,9	14,6	11 34	15 45	20 01	
20. p 325.	6 56	11 29	16 03	22,7	14,4	12 16	16 40	21 11	
21. sz 326.	6 57	11 30	16 02	22,5	14,2	12 49	17 31	22 20	
22. v 327. 48. hét	6 59	11 30	16 01	22,3	13,9	13 15	18 17	23 29	● 5 45
23. h 328.	7 00	11 30	16 00	22,1	13,6	13 36	19 00	–	
24. k 329.	7 01	11 30	15 59	21,9	13,3	13 55	19 42	0 35	
25. sz 330.	7 03	11 31	15 58	21,7	13,0	14 13	20 22	1 39	
26. cs 331.	7 04	11 31	15 58	21,5	12,7	14 31	21 02	2 43	
27. p 332.	7 05	11 31	15 57	21,3	12,4	14 49	21 43	3 46	
28. sz 333.	7 07	11 32	15 56	21,1	12,1	15 10	22 26	4 50	
29. v 334. 49. hét	7 08	11 32	15 56	20,9	11,7	15 34	23 12	5 56	
30. h 335.	7 09	11 32	15 55	20,8	11,3	16 03	0 00	7 01	○ 10 30

## November

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 459 155	2 42 59	Mindenszentek; Marianna, Benigna
45. hét			
2.	2 459 156	2 46 55	Achilles, Viktor
3.	2 459 157	2 50 52	Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin
4.	2 459 158	2 54 48	Károly, Karola, Karolina, Sarolta
5.	2 459 159	2 58 45	Imre
6.	2 459 160	3 02 41	Lénárd
7.	2 459 161	3 06 38	Rezső, Ernő, Karina, Rudolf
8.	2 459 162	3 10 34	Zsombor, Kolos
46. hét			
9.	2 459 163	3 14 31	Tivadar, Tihamér
10.	2 459 164	3 18 28	Réka, András, Ariel, Tünde
11.	2 459 165	3 22 24	Márton, Martin
12.	2 459 166	3 26 21	Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér
13.	2 459 167	3 30 17	Szilvia, Jenő, Miklós
14.	2 459 168	3 34 14	Aliz, Klementina, Vanda
15.	2 459 169	3 38 10	Albert, Lipót, Dezső, Richárd
47. hét			
16.	2 459 170	3 42 07	Ödön, Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter
17.	2 459 171	3 46 03	Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó
18.	2 459 172	3 50 00	Jenő, Jolán, Ottó, Péter
19.	2 459 173	3 53 56	Erzsébet
20.	2 459 174	3 57 53	Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt
21.	2 459 175	4 01 50	Olivér, Amália, Mária
22.	2 459 176	4 05 46	Cecília, Csilla, Mária
48. hét			
23.	2 459 177	4 09 43	Kelemen, Klementina, Dániel
24.	2 459 178	4 13 39	Emma, Flóra, János, Virág
25.	2 459 179	4 17 36	Katalin, Karina, Katarina, Katika, Katinka, Kitty, Liza
26.	2 459 180	4 21 32	Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter
27.	2 459 181	4 25 29	Virgil, Jakab
28.	2 459 182	4 29 25	Stefánia, Jakab
29.	2 459 183	4 33 22	Taksony
49. hét			
30.	2 459 184	4 37 19	András, Andor, Amália, Endre



*A déli égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap folyamán jól megfigyelhető napkelte előtt a délkeleti ég alján, idei legjobb hajnali láthatóságát adva. A hónap elején bő egy órával kel a Nap előtt. 10-én kerül legnagyobb nyugati kitérésbe,  $19,1^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor majdnem két órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Ragyogó fehér égitestként fénylik a délkeleti égbolton. A hónap elején bő három, a végén két és fél órával kel a Napot megelőzve. Fényessége  $-4,0^m$ -ról  $-3,9^m$ -ra, átmérője  $13,1''$ -ről  $11,7''$ -re csökken, fázisa  $0,81$ -ről  $0,88$ -ra nő.

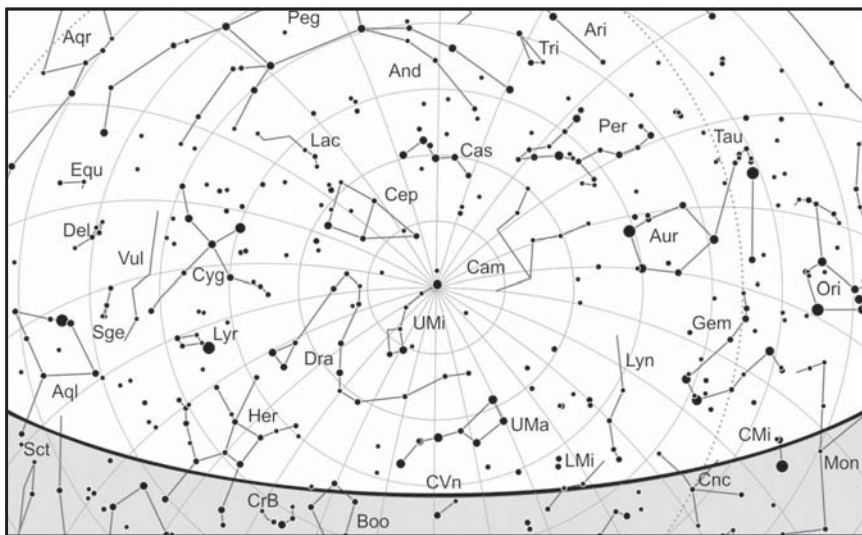
**Mars:** Hátráló, majd 15-től előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Az éjszaka nagyobb részében látszik a déli égen, hajnalban nyugszik. Ragyogó vöröses fénye segíti gyors megtalálását. Fényessége rohamosan csökken  $-2,1^m$ -ről  $-1,2^m$ -ra, látszó átmérője is gyorsan zsugorodik,  $20''$ -ről  $14,7''$ -re.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hónap folyamán napnyugta után kereshető a délnyugati látóhatár közelében, az esti órákban nyugszik. Fényessége  $-2,1^m$ , átmérője  $36''$ .

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A délkeleti ég alján kereshető napnyugta után, az esti órákban nyugszik. Fényessége  $0,6^m$ , átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** Az éjszaka nagy részében kereshető a Kos csillagképben. Hajnalban nyugszik. Hátráló mozgása a hónap végén lassulni kezd.

**Neptunusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Lassuló hátráló mozgása 29-én vált előretartóra.



*Az északi égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
11.01.	0:47	a Hold mögül kilép a 38 Arietis (5,2 magnitúdós, 100%-os, csökkenő holdfázis)
11.01.	4:18	a Vénusztól 16,4'-cel délre látható az $\eta$ Vir (3,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
11.01.	13:00	a (8) Flora kisbolygó oppozícióban (7,9 magnitúdós, Cet csillagkép)
11.02.	7:17	a Hold minimális librációja ( $l = -2,57^\circ$ , $b = +2,56^\circ$ , 97,5%-os, csökkenő holdfázis)
11.02.	23:56	a 95,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól 4,1° távolságra délre látható a Hyadok nyílthalmaz (0,5 magnitúdós) a Bika csillagképben
11.03.	19:22	a Hold mögül kilép az $\iota$ Tauri (4,6 magnitúdós, 91%-os, csökkenő holdfázis)
11.03.	21:20	a 90,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 10' 45"-re délre látható a 105 Tauri (5,8 magnitúdós)
11.04.	2:24	a 89,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 6' 57"-re délre látható a 108 Tauri (6,3 magnitúdós)
11.04.	17:56	a 141P/Machholz üstökös 23'-cel délkeletre látható az NGC 6649 nyílthalmaztól (8,9 magnitúdós) a Pajzs csillagképben
11.05.	3:47	a (9) Metis kisbolygó (11,3 magnitúdós) 5'-cel délnyugatra látható a $v$ Vir-től (4,0 magnitúdós)
11.05.	4:07	a Hold súrolva fedi az 5 Geminorumot az északi pereme mentén (5,8 magnitúdós, 82%-os, csökkenő holdfázis) az Ikrek csillagképben
11.05.	4:11	a Hold mögül kilép az 5 Geminorum (5,8 magnitúdós, 82%-os, csökkenő holdfázis)
11.06.	1:44	a Hold mögül kilép az $\omega$ Geminorum (5,2 magnitúdós, 75%-os, csökkenő holdfázis)



Dátum	Idő	Esemény
11.07.	3:50	a Vénusztól 22,8'-cel délkeletre látható az NGC 4691 galaxis (11,1 magnitúdós) a Halak csillagképben
11.07.	20:50	a Hold mögül kilép a $\gamma$ Cancri (4,7 magnitúdós, 57%-os, csökkenő holdfázis)
11.08.	4:27	a Vénusztól 25,9'-cel keletre látható a 38 Vir (6,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben
11.08.	13:46	utolsó negyed (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 31' 21")
11.08.	14:40	a Merkúr dichotómiája (18,9°-os nyugati elongáció, 7,2" látszó átmérő)
11.08.	17:53	a 141P/Machholz üstökös 1,2°-kal délre látható az M26 nyílthalmaztól (NGC 6694, 8,0 magnitúdós) a Pajzs csillagképben
11.09.	10:12	a Hold maximális librációja ( $l = -7,06^\circ$ , $b = -6,22^\circ$ , 40,9%-os, csökkenő holdfázis)
11.10.	3:54	a (14) Irene kisbolygó (10,9 magnitúdós) 11'-cel északnyugatra látható a $\gamma$ Cnc-től (4,7 magnitúdós)
11.10.	5:07	a Merkúr kedvező hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 11,1°, -0,5 magnitúdós, fázisa 57%
11.10.	17:03	a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (19,1°, -0,6 magnitúdós, 6,8" átmérő, 59% fázis, Szűz csillagkép)
11.12.	4:32	a Vénusztól 4' 15"-cel délkeletre látható a $\theta$ Vir (4,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben
11.12.	21:59	a (15) Eunomia kisbolygó (10,2 magnitúdós) 13'-cel északnyugatra látható a Jászol nyílthalmaztól (M44, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben
11.13.	3:36	a Vénusz 4,0°-ra nyugatra látható a 6,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Szűz csillagképben
11.13.	5:26	47 óra 41 perces holdsarló 20,9° magasan a reggeli égen (a Merkúrtól 8,8°-ra északnyugatra, a Vénusztól 4,7°-ra keletre)
11.13.	16:59	a (20) Massalia kisbolygó (11,1 magnitúdós) 2'-cel északra látható a 37 Aqr-től (6,6 magnitúdós)
11.14.	3:59	a (4) Vesta kisbolygó (8,0 magnitúdós) 13'-cel északra látható az M95 galaxistól (NGC 3351, 9,7 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
11.14.	5:14	a Merkúr 5,3°-ra nyugatra látható az 1,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz/Mérleg csillagképekben
11.14.	5:27	23 óra 40 perces holdsarló 8,6° magasan a reggeli égen (a Merkúrtól 5,4°-ra keletre)
11.14.	11:37	a Hold földközélpontján (357830 km, látszó átmérő: 33' 23", 0,9%-os, csökkenő holdfázis)
11.14.	17:10	a (7) Iris kisbolygó (10,5 magnitúdós) 10'-cel délnyugatra látható a $\rho^2$ Sgr-től (5,8 magnitúdós)
11.15.	5:07	újhold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 33' 21")
11.15.	9:51	a Hold minimális librációja ( $l = +2,36^\circ$ , $b = -2,74^\circ$ , 0,1%-os, növekvő holdfázis)
11.16.	3:00	a (4) Vesta kisbolygó (8,0 magnitúdós) 4'-cel délre látható az M96 galaxistól (NGC 3368, 9,3 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
11.16.	15:27	34 óra 20 perces holdsarló 4,7° magasan az esti égen
11.17.	4:39	a Vénusztól 13,8'-cel északkeletre látható a 77 Vir (7,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
11.19.	4:14	a Vénusztól 5' 46"-cel nyugatra látható a 82 Vir (5,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
11.19.	15:40	a Jupiter 4,7°-ra északnyugatra látható a 24,8%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben

Dátum	Idő	Esemény
11.19.	17:21	a Szaturnusz 3,7°-ra északra látható a 25,5%-os, növekvő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben
11.21.	16:41	az (1) Ceres törpebolygó (8,9 magnitúdós) 52°-cel délkeletre látható a Csiga-ködtől (NGC 7293, 6,3 magnitúdós) a Vízöntő csillagképben
11.21.	20:35	a Hold maximális librációja ( $l = +7,08^\circ$ , $b = +6,23^\circ$ , 46,7%-os, növekvő holdfázis)
11.22.	4:45	első negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 30' 21")
11.22.	21:35	az 57,1%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 3' 4"-re délre látható a $\tau^1$ Aquarii (5,7 magnitúdós)
11.23.	17:45	a Neptunusz 5,0°-ra északnyugatra látható a 65,0%-os, növekvő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben
11.25.	17:36	a 141P/Machholz üstökös 5°-cel északra látható az NGC 6814 galaxistól (11,2 magnitúdós) a Sas csillagképben
11.25.	23:25	a Hold mögé belép a 26 Ceti (6,1 magnitúdós, 83%-os, növekvő holdfázis)
11.26.	1:34	a Mars 4,8°-ra északnyugatra látható a 84,0%-os, növekvő fázisú Holdtól a Halak/Cet csillagképekben
11.26.	16:49	az (1) Ceres törpebolygó (9,0 magnitúdós) 13°-cel délkeletre látható az $\upsilon$ Aqr-tól (5,2 magnitúdós)
11.26.	19:03	a Hold mögé belép a $\nu$ Piscium (4,5 magnitúdós, 89%-os, növekvő holdfázis), kilépés 20:06 UT-kor
11.27.	0:19	a Hold földtávolban (405919 km, látszó átmérő: 29' 26", 90,0%-os, növekvő holdfázis)
11.27.	4:14	a (9) Metis kisbolygó (11,2 magnitúdós) 7°-cel délre látható a 16 Vir-tól (5,0 magnitúdós)
11.27.	19:47	a Hold mögé belép a 25 Arietis (6,5 magnitúdós, 94%-os, növekvő holdfázis)
11.27.	21:23	az Uránusz 3,6°-ra északnyugatra látható a 94,3%-os, növekvő fázisú Holdtól a Kos/Cet csillagképekben
11.28.	21:27	a Neptunusztól 44°-cel délnyugatra látható a $\phi$ Aqr (4,2 magnitúdós)
11.29.	23:18	a Hold minimális librációja ( $l = -2,28^\circ$ , $b = +1,97^\circ$ , 99,8%-os, növekvő holdfázis)
11.30.	9:30	telehold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 29' 45")

### Félárnyékos holdfogyatkozás november 30-án

Az év ötödik fogyatkozása egyben az idei negyedik holdfogyatkozás, amely ismét egy nagy mértékű, csak félárnyékban zajló esemény. Magyarországról szintén nem látható, csak Észak- és Közép-Amerika, a Csendes-óceán és Szibéria területéről figyelhető meg. Kína, Mongólia, Délkelet-Ázsia és Ausztrália lakói számára a maximum holdkeltekor zajlik, Dél-Amerikából nézve viszont a Hold éppen nyugvóban van. A látvány hasonló lesz a januári eseményhez, csak most délen szeli át a Föld árnyékát égi kísérőnk.

A félárnyék 7:32:21-kor érinti a holdkorong északkeleti peremét, egyelőre észrevehetetlen változást okozva. A penubra látható jele csak 8:00:00 körül várható, ahogy a Hold északkeleti szélén egy halvány szürkés-barnás homály kezd szétterjedni. Fokozatosan rátelepszik a holdkorongra, és a legnagyobb kiterjedését a fogyatkozás maximumakor, 9:42:49-kor éri el. Ebben a

pillanatban a Hold mintegy négyötöde merül a félárnyékba, és majdnem a felén észlelhető is ennek hatása. A korong északi pereme 24,65' mélyen merül a penumbrába, ami azt jelenti, hogy a holdkorong közepe is benne van, távolsága az árnyék szélétől 9,77'. A holdkorong északi széle most nincs olyan közel a Föld teljes árnyékához, távolságuk 7,8', az elsötétedés jóval kevésbé markáns, mint januárban. A Hold déli széle kilóg a félárnyékból, 5,1' a látszó távolságuk; itt a Hold felszíne érintetlenül fürdik a Nap fényében.

Ezután a félárnyék megkezdí lassú levonulását a Hold felszínéről, jelenléte még talán érzékelhető 11:20-ig, de a holdfogyatkozásnak csak 11:53:20-kor van vége.

A Hold a Bika csillagkép fejét alkotó Hyadok csillaghalmaz felett tartózkodik. Mivel a félárnyékos holdfogyatkozás alig csökkentí a Hold fényét, csak a fényesebb téli csillagok, például az Aldebaran látható. Északnyugatra tőle sejthető a Fiastyúk is. Egyedüli bolygóként a vörös Mars ragyog -1 magnitúdó fényesen, 52°-ra nyugati irányban.

A Hold látszó átmérője 29,75', jóval kisebb az átlagnál, mivel három napja volt földtávolban. Ez a holdfogyatkozás a 116-os Szárosz-ciklus 58. fogyatkozása a 71-ből.

### A Hold csillagfedései

dátum		UT			J	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	fázis	h		CA	PA
11	01	0	47	28	ki	404	5,2	100-	47	86N	298
11	02	1	49	52	ki	93484	7,0	98-	48	86N	270
11	02	22	20	29	ki	93840	7,2	95-	54	62N	292
11	02	22	46	29	ki	93844	7,6	95-	57	76S	250
11	03	19	21	38	ki	752	4,6	91-	20	29S	205
11	03	23	20	50	ki	77003	7,6	90-	58	25S	201
11	04	22	22	58	ki	77851	7,4	84-	43	45S	225
11	05	3	44	16	ki	78051	7,6	82-	58	79N	281
11	05	4	10	36	ki	936	5,8	82-	55	6N	355
11	05	21	46	6	ki	1052	6,8	76-	29	74S	259
11	06	1	6	52	ki	78967	8,1	75-	60	83N	282
11	06	1	44	14	ki	1070	5,2	75-	64	26S	212
11	06	4	51	42	ki	1080	6,7	74-	56	38S	223
11	07	0	26	36	ki	79804	7,4	66-	46	49N	322
11	07	0	37	8	ki	1195	6,8	66-	48	68N	302
11	07	2	23	24	ki	1200	6,9	65-	62	10S	200
11	07	3	21	38	ki	1208	6,4	65-	66	46N	325
11	07	20	50	24	ki	1308	4,7	57-	2	76S	270
11	08	4	19	37	ki	1342	7,6	54-	64	30N	346
11	10	3	26	0	ki	1569	6,9	33-	41	59S	263
11	10	3	26	27	ki	99287	8,4	33-	41	47N	337
11	11	5	48	40	be	1702	4,0	21-	46	-69S	137
11	11	6	59	7	ki	1702	4,0	21-	49	81S	288
11	12	4	45	11	ki	119493	9,0	13-	28	82N	306
11	13	3	51	6	ki	139363	9,6	6-	8	50N	339
11	21	17	5	24	be	3202	6,2	45+	24	46N	27

dátum		UT			j	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s			m	fázis	h	CA	PA
11	24	15	33	54	be	18	5,8	73+	24	53N	27
11	25	18	18	46	be	126	7,6	82+	41	49N	22
11	25	20	19	47	be	109577	7,7	82+	42	38N	11
11	25	23	24	45	be	150	6,1	83+	21	65N	38
11	26	19	3	6	be	249	4,5	89+	46	41N	14
11	26	20	5	56	ki	249	4,5	89+	48	-57N	276
11	26	20	34	29	be	110088	7,6	89+	48	68N	41
11	27	17	35	36	be	110516	6,9	94+	36	63S	91
11	27	19	47	15	be	362	6,5	94+	51	70S	83
11	28	23	41	42	be	478	7,4	98+	48	57S	98

### Egy különleges változócsillag-típus névadója: az RR Lyrae

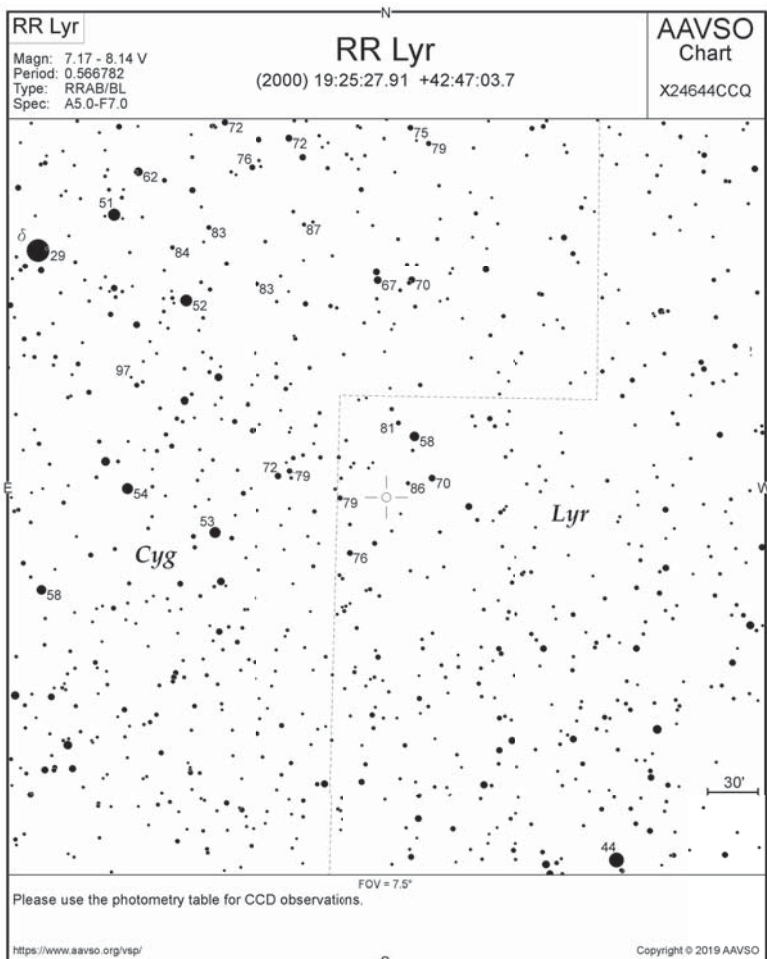
Az RR Lyrae csillagok igen idős, II. populációs, A színképtípusú óriás csillagok a Tejútrendszer korongjában és halójában. Gyakoriak a gömbhalmazokban, ezért korábban halmazváltozóknak is hívták ezeket. 0,2-1 nap periódussal, néhány tized és két magnitúdó közötti amplitúdóval változtatják fényességüket. Az abszolút fényességük a periódustól függetlenül 0,5-0,6 magnitúdó, így távolságmeghatározásra alkalmasak. Általában radiálisan pulzálnak, de újabban nem-radiális módusokat is kimutattak rajtuk.

Az 1920–1930-as évekre vált általánosan elfogadottá, hogy az RR Lyrae csillagok fényesség-változásának fizikai oka a radiális pulzáció. Ezt megfigyelési oldalról leginkább spektroszkópai idősorokkal lehetett igazolni. A légkörükben található abszorpciós vonalak a Doppler-effektusnak megfelelően periodikus vörös-, ill. kékelteledést mutatnak, továbbá folytonos színképük is változik, ahogyan a légkörük felmelegszik, vagy lehül. A pulzáció bizonyos fázisaiban előfordul olyan helyzet, hogy a csillag egyes külső rétegei már összehúzódnak, míg más (belső részek) még tágulnak. Ilyenkor az összeütköző anyagban lökéshullám keletkezik. Ezek a lökéshullámok a fénygörbéken felfényléseket, a színképekben pedig jellegzetes vonalkettőződést, -kiszéledést, sőt emissziót okoznak.

A kis tömegű csillagok magjában a H fúziója zajlik évmilliárdokon keresztül. Ez idő alatt a csillag a HRD-n közelítőleg egy pontban tartózkodik. Amikor azonban a magban a H koncentrációja olyan alacsony lesz, hogy az már nem elegendő a fúzió fenntartásához, a csillag szerkezetében drasztikus változások kezdődnek, ami a csillag HRD-n való elmozdulását okozza. A fősorozati állapot utáni következő, viszonylag hosszú ideig stabil fejlődési állapot a vörös óriás fázis. Ekkor a csillag légköre felfúvódik és egyúttal lehül (a csökkenő felszíni hőmérséklet okozza a vörös színt). A magban ilyenkor nukleáris energiatermelés szinte nem zajlik, a mag körül viszont egy héjban folytatódik a H fúziója. A csillag a vörösóriás-ágon mozog a nagyobb luminozitású értékek irányában. A mag hőmérséklete és nyomása folyamatosan nő. Egy idő után eléri a He fúziójához szükséges értékeket. A beinduló He-fúzió új stabil állapotot jelent: a csillag megérkezik a horizontális ágra. Ekkor tehát a magban a He fúziója, míg a körülötte lévő gömbhéjban a H fúziója zajlik. A csillag nagy méretű és forró. Az RR Lyrae csillagok is ilyen horizontális ági csillagok. Mivel a horizontális ágra fejlődéshez a hidrogénnek „ki kellett fogynia” a magjukból, igen öreg csillagokról van szó.

A 150 éve született orosz csillagász, Szergej Nyikolajevics Blazsko (1870–1956) 1907-ben felfedezte, hogy a később RW Dra nevet kapott RR Lyrae típusú változó maximális fényességének időpontja egy állandó periódusú jelhez képest hol késik, hol siet. Harlow Shapley 1916-ban kimutatta, hogy a névadó RR Lyrae fényváltozásában a mintegy félnapos pulzációs perióduson túl van egy második, 40 nap körüli periódusa is, amellyel a fénygörbe amplitúdója (és ezzel az alakja) változik. Mivel sok esetben a két effektus egy csillagnál egyszerre van jelen, a későbbiekben mindkét jelenséget Blazsko-effektusnak nevezték.

Az RR Lyrae igen gyors változásait akár binokulárral is megfigyelhetjük, a fénygörbe finom eltéréseinek megbízható detektálására viszont mindenképpen fotometriai mérésekre van szükség.



## Évfordulók

**100 éve halt meg Gustav Wilhelm Ludwig Struve**

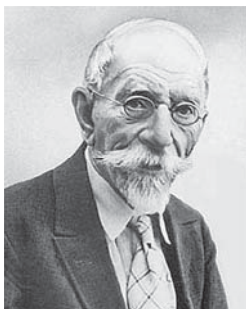
(1858. november 1., Carszkoje Szeló – 1920. november 4., Harkov)

Gustav Wilhelm Ludwig Struve – keresztnévei közül csak a Ludwigot használta – az augusztusi évfordulók között említett Karl Hermann öccseként született Pulkovóban. Ő is Viborgban (Oroszországban, nem a dániai Viborgban) járt gimnáziumba, és a tartui egyetemen folytatta felsőfokú tanulmányait 1880-ig. Egyik első publikációját az  $\eta$  Cassiopeiae kettőscsillagról jelentette meg („Über den Doppelstern  $\Sigma.60=\eta$  Cassiopejae,” *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St-Petersbourg* **27**, 369–393, 1881), míg doktori értekezését a Procyonról írta („Resultate aus den in Pulkowa angestellten Vergleichen von Procyon mit benachbarten Sternen,” *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St-Petersbourg* **31**, No. 2, 1883).

Egy hosszabb külföldi út után Ludwig Struve a tartui egyetem obszervatóriumának lett igazgatója. Itt a csillagok pozíciójával és sajátmozgásával foglalkozott. Részt vett az Astronomische Gesellschaft katalógusának elkészítésében, a  $+70^{\circ}$ – $+75^{\circ}$ -os zónát észlelték Tartuban. Az 1880-as években holdfogyatkozások alkalmával csillagfedéseket figyelt meg, hogy a Hold átmérőjét meghatározhassa („Bestimmung des Mondhalbmessers aus den während der totalen Mondfinsternisse 1884 Oct. 4 und 1888 Jan. 28 beobachteten Sternbedeckungen”, *Astronomische Nachrichten* **135**, 169–176, 1894).

1894-ben Harkovba költözött. A csillagászat professzoraként itt is csillagpozíciók mérésével foglalkozott, meghatározta a precessió konstansát és a Naprendszer mozgásának irányát is. Az 1917. évi októberi forradalom után Szimferopolba költöztek, ahol Struve részt vett a helyi Taurida Egyetem munkájában.

Fia, Otto Struve (1897–1963) a 20. század egyik legjelentősebb asztrofizikusa volt.

**150 éve született Szergej Nyikolajevics Blazsko**

(1870. november 17., Hotyimszk – 1956. február 11., Moszkva)

A belorusziai születésű Blazsko 1892-ben diplomázott a Moszkvai Egyetemen, Vitold Ceraszkij tanítványaként. Ő maga is itt tanított egész életén keresztül. 1918-ban a csillagászat professzora lett, az egyetem csillagdájának 1918 és 1920 között igazgatóhelyettese, majd 1920 és 1931 között igazgatója volt. 1931–1937-ben a csillagászati tanszék, 1937–1953-ban az asztrometriai tanszék vezetői posztját töltötte be. Az ő vezetése alatt vált a moszkvai csil-

lagvizsgáló nemzetközileg is elismert intézménnyé (Állami Sternberg Csillagászati Intézet). Népszerű tankönyveket írt a gyakorlati (1938), az általános (1947) és a szférikus (1948) csillagászatról.

Noha Blazsko az asztrometria szakértője volt, hírét a róla elnevezett effektusnak köszönheti. Erről 1907-ben számolt be először, az RW Draconis (akkor még Var. 87.1906) RR Lyrae változó kapcsán („Mitteilung über veränderliche Sterne”, *Astronomische Nachrichten* **175**, 325–328,

1907). Az effektus egy hosszú periódusú moduláció a csillag fénygörbéjén, oka mindmáig vitatott. Blazsko tevékenysége nyomán jelentős változócsillagászati iskola alakult ki Moszkvában.

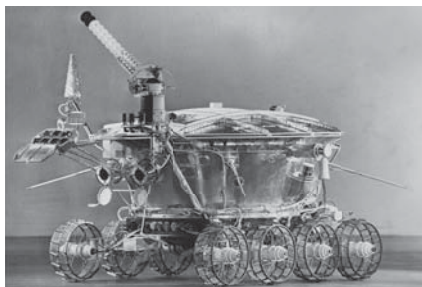
Munkásságát számos kitüntetés ismerte el, közte az Állami-díj és a Lenin-rend. A Holdon krátert neveztek el róla.

## 50 éve szállt le a Holdon a Luna–17

1970. november 10-én indult útjára a Luna–17 űrszonda, amelynek feladata volt eljuttatni a Hold felszínére a Lunohod–1 holdjárművet. Ezt sikerrel végre is hajtotta, november 17-én a Mare Imbrium területén leszállt a Holdra az első automata jármű.

A Lunohod–1 a tervek szerint három holdi napon át működött volna, de valójában tizenegy holdi napig üzemelt. Ezalatt több mint 10 km-t tett meg a Holdon, miközben rengeteg képet készített, és mérést végzett el. Napelemekkel működött, melyek a holdi nappal során feltöltődtek. A holdi éjszakára leállt a jármű, és belső fűtéssel akadályozták meg a lehűlését.

1971. szeptember 14-én szakadt meg végleg a rádiókapcsolat a Lunohod–1 holdjáróval. Ekkorra kimerült a belső fűtést lehetővé tevő radioaktív forrás, és a jármű megfagyott. Évtizedekig nem tudták, hogy hol van pontosan, mígnem a 2010-es években sikerült megtalálni. Lézeres mérésekből ma már gyakorlatilag centiméteres pontossággal tudható, hol található a Lunohod–1.

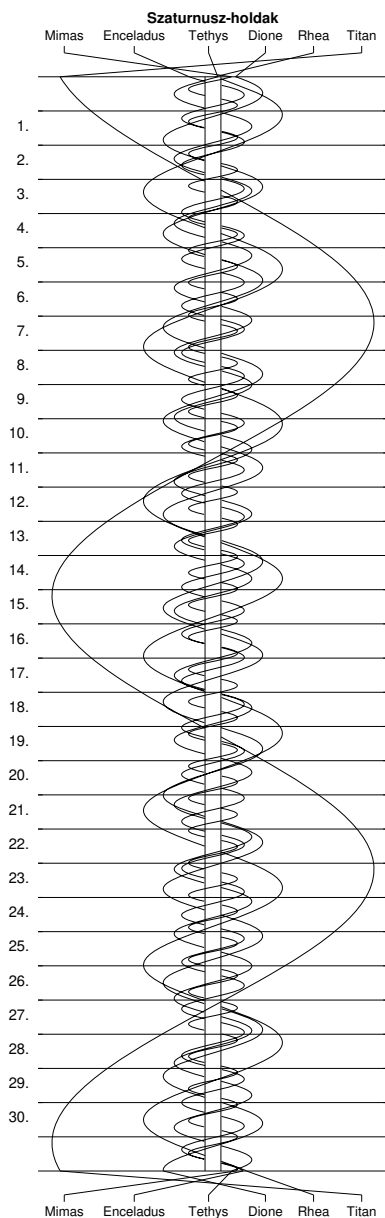
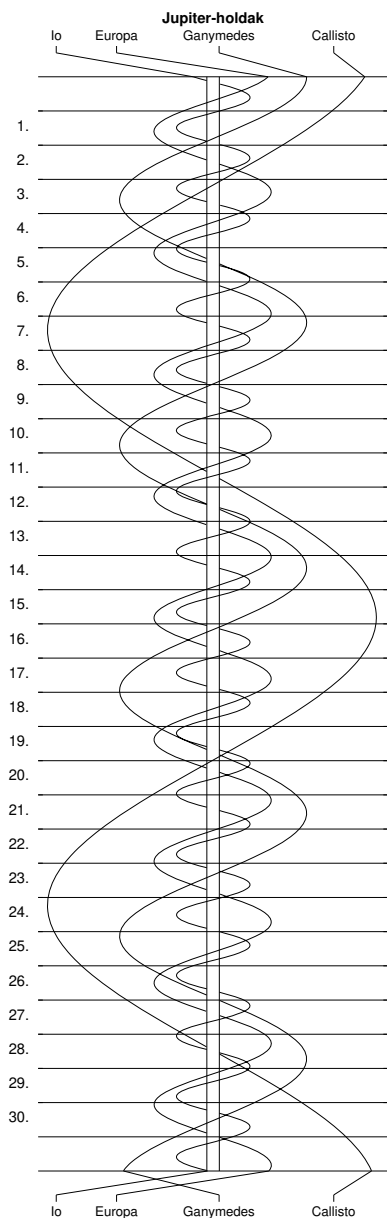


## Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	17:37.1	Ganyemedes	ek
2	18:32.3	lo	ek
3	17:54.7	Callisto	áv
	19:12.0	lo	fv
4	16:30.4	lo	áv
5	16:11.8	Ganyemedes	fv
7	17:59.4	Europa	ek
9	18:19.6	Europa	fv
10	17:38.4	lo	mk
11	16:09.1	lo	ák
	17:16.5	lo	ev
	17:32.4	Callisto	mv
	18:25.6	lo	áv
12	16:40.8	Ganyemedes	fk
16	15:51.3	Europa	mk
18	16:59.5	lo	ek
	18:04.2	lo	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
19	16:19.5	Ganyemedes	mk
	17:32.1	lo	fv
25	15:45.5	Europa	ev
	17:50.5	Europa	áv
26	16:08.3	lo	mk
27	15:45.7	lo	ev
	16:44.8	lo	áv
28	18:13.8	Callisto	fk
30	18:12.1	Ganyemedes	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában  
 á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren  
 e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt  
 m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött  
 k = a jelenség kezdete  
 v = a jelenség vége





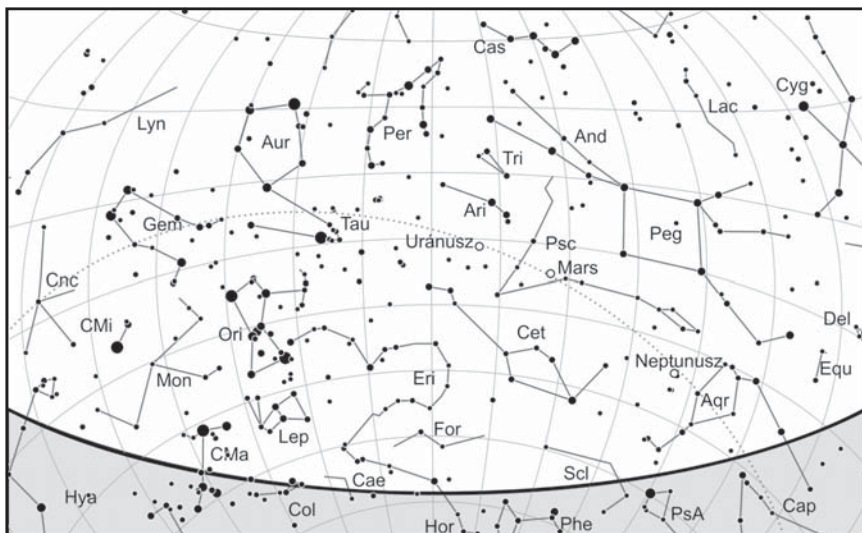
$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – december**

KÖZEI

dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. k 336.	7 10	11 33	15 55	20,6	11,0	16 39	–	8 06	
2. sz 337.	7 12	11 33	15 54	20,5	10,6	17 24	0 50	9 07	
3. cs 338.	7 13	11 34	15 54	20,4	10,2	18 19	1 43	10 01	
4. p 339.	7 14	11 34	15 54	20,2	9,8	19 22	2 36	10 48	
5. sz 340.	7 15	11 34	15 53	20,1	9,4	20 32	3 29	11 26	
6. v 341.	7 16	11 35	15 53	20,0	9,0	21 45	4 21	11 58	
50. hét									
7. h 342.	7 17	11 35	15 53	19,9	8,5	23 00	5 12	12 25	
8. k 343.	7 18	11 36	15 53	19,8	8,1	–	6 02	12 48	● 1 36
9. sz 344.	7 19	11 36	15 53	19,7	7,7	0 16	6 51	13 11	
10. cs 345.	7 20	11 37	15 53	19,6	7,2	1 34	7 40	13 33	
11. p 346.	7 21	11 37	15 53	19,5	6,8	2 54	8 32	13 57	
12. sz 347.	7 22	11 37	15 53	19,4	6,3	4 16	9 26	14 24	
13. v 348.	7 23	11 38	15 53	19,4	5,8	5 40	10 24	14 58	
51. hét									
14. h 349.	7 24	11 38	15 53	19,3	5,4	7 01	11 24	15 41	● 17 16
15. k 350.	7 25	11 39	15 53	19,2	4,9	8 16	12 26	16 34	
16. sz 351.	7 25	11 39	15 54	19,2	4,4	9 19	13 27	17 38	
17. cs 352.	7 26	11 40	15 54	19,2	3,9	10 09	14 26	18 49	
18. p 353.	7 27	11 40	15 54	19,1	3,4	10 47	15 20	20 01	
19. sz 354.	7 27	11 41	15 55	19,1	2,9	11 16	16 10	21 12	
20. v 355.	7 28	11 41	15 55	19,1	2,4	11 40	16 55	22 21	
52. hét									
21. h 356.	7 28	11 42	15 56	19,1	1,9	12 00	17 38	23 27	
22. k 357.	7 29	11 42	15 56	19,1	1,4	12 19	18 19	–	● 0 41
23. sz 358.	7 29	11 43	15 57	19,1	0,9	12 36	18 59	0 31	
24. cs 359.	7 30	11 43	15 57	19,1	0,4	12 54	19 40	1 35	
25. p 360.	7 30	11 44	15 58	19,2	0,0	13 14	20 22	2 39	
26. sz 361.	7 30	11 44	15 59	19,2	-0,5	13 37	21 06	3 43	
27. v 362.	7 31	11 45	15 59	19,2	-1,0	14 04	21 54	4 49	
53. hét									
28. h 363.	7 31	11 45	16 00	19,3	-1,5	14 37	22 44	5 54	
29. k 364.	7 31	11 46	16 01	19,4	-2,0	15 19	23 36	6 58	
30. sz 365.	7 31	11 46	16 02	19,4	-2,5	16 11	–	7 55	○ 4 28
31. cs 366.	7 31	11 47	16 03	19,5	-3,0	17 13	0 30	8 46	

## December

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\theta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 459 185	4 41 15	Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár
2.	2 459 186	4 45 12	Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes
3.	2 459 187	4 49 08	Ferenc, Olívia
4.	2 459 188	4 53 05	Borbála, Barbara, Boróka, Péter
5.	2 459 189	4 57 01	Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma
6.	2 459 190	5 00 58	Miklós, Nikolett, Nikoletta
50. hét			
7.	2 459 191	5 04 54	Ambrus
8.	2 459 192	5 08 51	Mária, Emőke, Mátyás
9.	2 459 193	5 12 48	Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria
10.	2 459 194	5 16 44	Judit, Livia, Loretta
11.	2 459 195	5 20 41	Árpád, Dániel
12.	2 459 196	5 24 37	Gabriella, Franciska, Johanna
13.	2 459 197	5 28 34	Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia
51. hét			
14.	2 459 198	5 32 30	Szilárda
15.	2 459 199	5 36 27	Valér, Dezső, Mária
16.	2 459 200	5 40 23	Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér
17.	2 459 201	5 44 20	Lázár, Olimpia
18.	2 459 202	5 48 17	Augusztá, Dezső, Mária
19.	2 459 203	5 52 13	Viola
20.	2 459 204	5 56 10	Teofil, Ignác, Krisztián
52. hét			
21.	2 459 205	6 00 06	Tamás, Péter
22.	2 459 206	6 04 03	Zénó, Anikó
23.	2 459 207	6 07 59	Viktória
24.	2 459 208	6 11 56	Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi
25.	2 459 209	6 15 52	Karácsony; Eugénia, Anasztázia
26.	2 459 210	6 19 49	Karácsony; István, Dénes, Előd, Stefánia
27.	2 459 211	6 23 46	János
53. hét			
28.	2 459 212	6 27 42	Kamilla, Ármin, Gáspár
29.	2 459 213	6 31 39	Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár
30.	2 459 214	6 35 35	Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán
31.	2 459 215	6 39 32	Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitty, Melánia



*A déli égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)*

## Bolygók

**Merkúr:** A hónap első napjaiban még megfigyelhető a délkeleti ég alján, napkelte előtt. 1-én még egy órával kel korábban, mint a Nap, de láthatósága gyorsan romlik, 10-ére elvész a pirkadatban. A hónap további részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 19-én felső együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** A hajnali délkeleti ég fényes, fehér fényű égiteste. Továbbra is jól megfigyelhető, bár láthatósága lassan romlik. A hónap elején két és fél, a végén már csak másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-3,9^m$ , átmérője  $11,7''$ -ről  $10,7''$ -re csökken, fázisa  $0,89$ -ről  $0,94$ -ra nő.

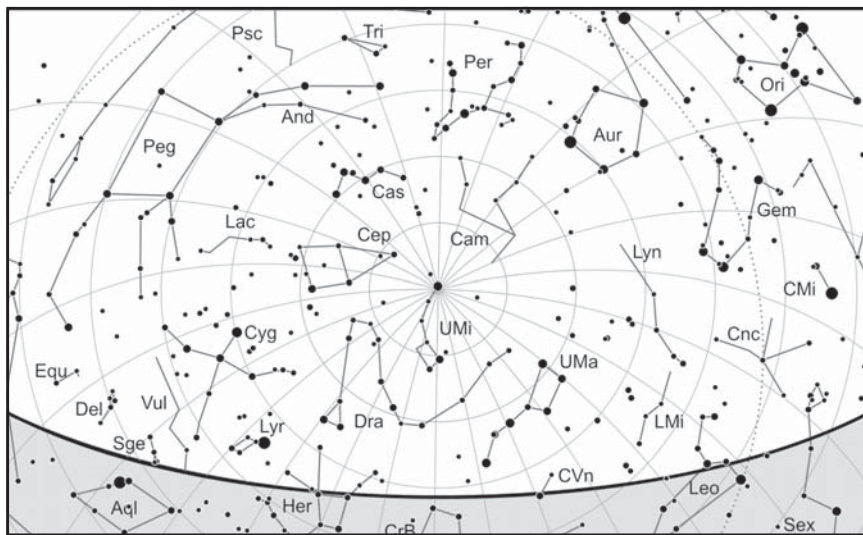
**Mars:** Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Az éjszaka első felében figyelhető meg, kora hajnalban nyugszik. Erőteljesen vöröses fénye miatt könnyű megtalálni. Gyorsan halványodik,  $-1,1^m$ -ről  $-0,3^m$ -ra csökken a fényessége. Látszó átmérője  $14,5''$ -ről  $10,5''$ -re zsugorodik.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Nyilas, majd 18-tól a Bak csillagképben. A napnyugtát követően a délnyugati látóhatár közelében kereshető, ebben erős fénye segít. Nem sokkal a Nap után nyugszik. Fényessége  $-2,0^m$ , átmérője  $34''$ .

**Szaturnusz:** A hónap nagyobb részében még kereshető napnyugta után a délnyugati látóhatár közelében, de a hónap végére belevész a közeledő Nap alkonyati fényébe. Folytatja előretartó mozgását a Nyilas, majd 16-tól a Bak csillagképben. Fényessége  $0,6^m$ , átmérője  $15,5''$ .

**Uránusz:** Az éjszaka nagyobb részében kereshető, hajnalban nyugszik. A Kos csillagképben végzett hátráló mozgása a hónap végére jelentősen lelassul.

**Neptunusz:** Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.



*Az északi égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)*

### Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
12.03.	4:20	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,5 magnitúdós) 27'-cel délre látható az NGC 3338 galaxistól (11,1 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
12.04.	1:21	a 87,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 13' 10"-re északra látható a $\kappa$ Geminorum (3,6 magnitúdós)
12.04.	21:27	az (52) Europa kisbolygó (10,5 magnitúdós) 5'-cel északra látható a 33 Gem-től (5,9 magnitúdós)
12.05.	3:36	a 79,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 2' 6"-re délre látható a $\gamma$ Cancri (4,7 magnitúdós)
12.06.	22:20	a Hold mögül kilép a 42 Leonis (6,2 magnitúdós, 61%-os, csökkenő holdfázis)
12.07.	1:36	a (9) Metis kisbolygó (11,2 magnitúdós) 17'-cel délre látható az NGC 4536 galaxis-tól (10,6 magnitúdós) a Szűz csillagképben
12.07.	4:24	a Hold mögül kilép a 46 Leonis (5,4 magnitúdós, 59%-os, csökkenő holdfázis)
12.07.	6:08	a Hold maximális librációja ( $l = -6,04^\circ$ , $b = -6,61^\circ$ , 58,5%-os, csökkenő holdfázis)
12.07.	20:30	a (16) Psyche kisbolygó oppozícióban (9,6 magnitúdós, Bika csillagkép)
12.08.	0:37	utolsó negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 31' 51")
12.10.	16:30	a Szaturnuszról 1,2"-kal délre látható az M75 gömbhalmaz (NGC 6864, 8,6 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
12.10.	17:51	a 141P/Machholz üstökös 32'-cel nyugatra látható az $\epsilon$ Aqr-tól (3,8 magnitúdós)
12.11.	16:52	a (79) Euryome kisbolygó oppozícióban (10,0 magnitúdós, Orion csillagkép)

Dátum	Idő	Esemény
12.12.	4:28	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,5 magnitúdós) 9'-cel északra látható az M105 galaxistól (NGC 3379, 9,3 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
12.12.	20:35	a Hold földközelpontban (361757 km, látszó átmérő: 33' 1", 4,7%-os, csökkenő holdfázis)
12.13.	5:23	a Vénusz 5,5°-ra nyugatra látható a 3,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Mérleg csillagképben
12.13.	6:01	34 óra 16 perces holdsarló 9,6° magasan a reggeli égen (a Vénusztól 5,8°-ra keletre)
12.13.	12:30	a Hold minimális librációja ( $l = +1,75^\circ$ , $b = -1,61^\circ$ , 1,9%-os, csökkenő holdfázis)
12.14.	9:55	a Hold elfedi a Merkúrt ( $-1,1$ magnitúdós, 4,7" átmérőjű, 0%-os holdfázis) a nappali égen
12.14.	16:17	újhold (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 32' 47")
12.15.	15:16	22 óra 59 perces holdsarló 1,8° magasan az esti égen (a Jupitertől 23°-ra délnyugatra, a Szaturnusztól 24°-ra délnyugatra)
12.16.	15:16	46 óra 59 perces holdsarló 8,5° magasan az esti égen (a Jupitertől 9,2°-ra délnyugatra, a Szaturnusztól 9,8°-ra délnyugatra)
12.16.	16:11	a Jupitertől 1,1°-kal délre látható az M75 gömbhalmaz (NGC 6864, 8,6 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
12.16.	19:57	a (15) Eunomia kisbolygó (9,2 magnitúdós) 4'-cel délre látható a $\delta$ Cnc-től (3,9 magnitúdós)
12.17.	15:32	a Jupiter 6,5°-ra északnyugatra látható a 11,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas/Bak csillagképekben
12.17.	15:32	a Szaturnusz 6,2°-ra északnyugatra látható a 11,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Bak csillagképben
12.19.	7:15	a (13) Egeria kisbolygó oppozícióban (10,0 magnitúdós, Szekeres csillagkép)
12.19.	18:34	a Merkúr felső együttállásban a Nappal
12.19.	20:14	a Hold maximális librációja ( $l = +6,32^\circ$ , $b = +6,60^\circ$ , 29,6%-os, növekvő holdfázis)
12.21.	10:02	téli napforduló
12.21.	15:35	a Jupiter és a Szaturnusz 6' 10"-es közelsége az esti szürkületben a Bak csillagképben
12.21.	16:49	a (2) Pallas kisbolygó (10,6 magnitúdós) 14'-cel északra látható a 64 Aql-tól (6,0 magnitúdós)
12.21.	20:12	a (39) Laetitia kisbolygó oppozícióban (10,0 magnitúdós, Orion csillagkép)
12.21.	20:13	a Hold mögé belép a 30 Piscium (4,4 magnitúdós, 48%-os, növekvő holdfázis)
12.21.	23:41	első negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 29' 50")
12.22.	17:00	a Marstól 9,2'-cel délnyugatra látható az NGC 524 galaxis (10,3 magnitúdós) a Halak csillagképben
12.23.	4:35	az (52) Europa kisbolygó (10,1 magnitúdós) 8'-cel északra látható a 23 Gem-től (6,7 magnitúdós)
12.23.	15:35	a Mars 6,9°-ra északra látható a 65,7%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Halak csillagképben
12.24.	16:27	a Hold földtávolban (405047 km, látszó átmérő: 29' 30", 74,6%-os, növekvő holdfázis)
12.24.	18:37	a Hold mögé belép a 64 Ceti (5,6 magnitúdós, 75%-os, növekvő holdfázis)
12.24.	19:59	a Hold mögé belép a $\xi^1$ Ceti (4,4 magnitúdós, 45%-os, növekvő holdfázis), kilépés 21:17 UT-kor

Dátum	Idő	Esemény
12.27.	9:05	a Hold minimális librációja ( $l = -2,17^\circ$ , $b = +1,79^\circ$ , 92,8%-os, növekvő holdfázis)
12.29.	4:39	az (52) Europa kisbolygó oppozícióban (10,2 magnitúdós, lkrek csillagkép)
12.29.	17:08	a 99,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 4' 6"-re délre látható a 9 Geminorum (6,2 magnitúdós)
12.30.	3:28	telehold (a Hold az lkrek csillagképben, látszó átmérője 30' 25")
12.30.	17:30	a Hold mögül kilép a 48 Geminorum (5,9 magnitúdós, 100%-os, csökkenő hold-fázis)
12.31	5:13	a Marstól 25,5'-cel délre látható a $\kappa$ Lib (4,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben

### Teljes napfogyatkozás december 14-én

A 2020-ban zajló hat fogyatkozás közül az utolsó egy teljes napfogyatkozás, amely az előző évi-hez hasonlóan a Dél-Amerikában élőknek kedvez. Ebből következően Magyarországról nézve nem figyelhető meg. Csak a Csendes-óceán délnyugati részén tartózkodók, Chile és Argentína lakói, illetve az Atlanti-óceán déli részén hajózók láthatják a jelenséget.

A félárnyék 13:33:48-kor érinti a Csendes-óceán vízfelszínét a Galápagos-szigetektől 2500 km-re nyugatra. A Hold árnyékkúpja egy órával később, 14:32:28-kor vetül a Földre, a Marqueses-szigetektől 600 km-re keletre. Az eltakart Nap korongja a horizonton függ, a teljes fázis 29 másodpercig tart, az árnyékkúp 35 km széles, és 109 km/s sebességgel száguld délkeleti irányba. Nem is érint más szárazföldet, amíg 16:01:18-kor el nem éri Chile partját, Puerto Saavedra közelében. A Nap már  $71,4^\circ$  magasan áll a horizont felett, a totalitás 2 perc 8 másodperc hosszúra nyúlik, az árnyék 90 km szélesen terül, el és mozgása is lelassult, 672 m/s-re. Chile keskeny sávját négy perc alatt átszeli az árnyék, és belép Argentína földjére. Sierra Colorada közelében van a fogyatkozás maximuma, 16:13:23-kor. A Nap  $72,7^\circ$  magasan van az égen, a teljesség 2 perc 9,7 másodpercig tart, a 665 m/s sebességű árnyékkúp 90,2 km szélesen teríti be a földfelszínt.

Az umbra lassan kelet felé halad, és 16:23:04-kor hagyja el Argentínát Bahia Creek közelében, a Szent Mátyás-öbölnél. A Nap még mindig magasan,  $71,9^\circ$ -on áll az égbolton, a teljesség 2 perc 9 másodperc hosszú, az árnyékkúp 89,5 km széles, sebessége 669 m/s. Miközben átszáguld az Atlanti-óceánon, északra elkerüli a Tristan da Cunha szigeteket. Egyre gyorsulva halad Namíbia partai felé, de mielőtt elérné, 17:54:13-kor, 400 km-re nyugatra tőle elválik a Föld felszínétől. Az eltakart napkorong a nyugati horizonton éppen lebukik, a teljesség már csak 25 másodperc hosszán tart, az umbra 30 km széles csak, de 68 km/s sebességgel rohan. A félárnyék csak 18:53:00-kor hagyja el az óceáni vizeket, Szent Ilona szigetétől délnyugatra 230 km-re.

A Nap a Kígyótartó csillagkép déli részén tartózkodik, a Hold leszálló csomópontja közelében. Az eltakart napkorongtól alig  $3^\circ$ -ra nyugatra látszik a fényes Merkúr, a külső koronába bele is lóghat. Jóval távolabb,  $24^\circ$ -ra szintén nyugatra a ragyogó Vénusz van.  $35^\circ$ -ra keletre a Jupiter és a Szaturnusz párosa látható. A fényes, vörös Antares nyugatra van, bő  $13^\circ$  távolságra

– van mit nézni az elsötétedett égen. A Nap hamarosan földközeli lesz, így jóval nagyobbak látszik az átlagosnál, 32,5'. A Hold két napja volt földközeli, szintén nagyobbak látszik az átlagosnál, 32,79' látszó átmérővel. A különbség 0,29', ezért alakul ki a viszonylag rövid teljes napfogyatkozás.

Ez a napfogyatkozás a 142-es Szárosz-sorozat 23. fogyatkozása a 72-ből.

### A Merkúr elfedi a Hold december 14-én

A vékony sarlóhold fedi el a -1,1 magnitúdós Merkúr ezen a decemberi délelőttön. Az okkultációra 6 órával újhoid előtt kerül sor, mindössze 3°-ra a napperemtől. Megfelelően felkészített órágép távcsővel, nagyon tiszta időben van esély a jelenség megfigyelésére. A holdsarló láthatatlan lesz a Nap fényzónében, de az apró, mindössze 4,65 ívmásodperces, fényes Merkúr-korong megpillantására van esély. A korong eltűnése és előbukkanása kb. 12 másodpercig tart, nagyjából erre a látványra számíthatunk, kisebb nagyítással a fokozatos halványodás, nagyobb nagyítással akár a félmerkúr is megfigyelhető lesz. A téli égen a Nap és a Hold is csak 18-20°-kal lesz a látóhatár fölött, valószínűleg a légköri nyugtalanság nem fogja megengedni a korong felbontását. Szerencsére a Nap és a Merkúr horizont feletti magassága majdnem egyforma, így ha a Nap peremétől 3°-kal vízszintesen nyugatra megyünk, a látómező közepén, pontosabban attól 5°-cel délre megtalálhatjuk a Merkúr.

A Merkúr december 14-i nappali fedésének adatai néhány magyarországi városra

hely	eltűnés						előbukkanás					
	UT h m s	Nap Alt	Hold Alt	CA °	PA °		UT h m s	Nap Alt	Hold Alt	CA °	PA °	
Sopron	9 50 36	18	18	-615	113		11 17 18	19	18	66N	279	
Zombathely	9 50 39	18	18	-605	113		11 17 38	19	18	67N	279	
Zalaegerszeg	9 51 0	19	19	-605	114		11 18 16	20	19	67N	278	
Győr	9 52 21	18	18	-625	112		11 19 17	19	18	66N	279	
Kaposvár	9 52 36	20	19	-605	114		11 20 19	20	19	68N	278	
Veszprém	9 52 50	19	19	-615	112		11 20 7	19	18	67N	279	
Tatabánya	9 52 48	18	18	-625	112		11 19 51	19	18	66N	279	
Pécs	9 53 24	20	20	-605	114		11 21 20	20	19	68N	278	
Székesfehérvár	9 53 40	19	19	-625	112		11 21 0	19	18	66N	279	
Székszárd	9 54 15	20	20	-615	113		11 22 6	20	19	67N	278	
Paks	9 54 30	20	19	-615	112		11 22 12	20	18	67N	279	
Budapest	9 54 40	19	18	-625	111		11 21 53	19	18	66N	279	
Kecskemét	9 55 55	19	19	-625	111		11 23 34	19	18	66N	279	
Salgótarján	9 56 5	18	18	-645	109		11 22 57	18	17	65N	280	
Szeged	9 56 48	20	20	-625	112		11 24 53	20	18	67N	278	
Miskolc	9 57 48	18	18	-645	108		11 24 41	18	17	65N	280	
Debrecen	9 59 21	19	19	-645	108		11 26 39	18	17	65N	279	
Nyíregyháza	9 59 27	19	18	-655	108		11 26 28	18	16	65N	280	

## A Hold csillagfedései

dátum		UT			J	csillag		Hold		pozíció	
hó	nap	h	m	s		m	fázis	h	CA	PA	
12	01	19	25	46	ki	859	6,6	98-	34	75S	253
12	01	19	47	49	ki	865	6,2	98-	38	20S	198
12	02	20	18	45	ki	1019	6,8	94-	35	73N	289
12	02	20	44	25	ki	1023	6,4	94-	39	39N	322
12	03	0	19	1	ki	78706	7,0	93-	67	62N	300
12	03	5	38	13	ki	1052	6,8	93-	29	62S	245
12	03	22	40	46	ki	1157	6,2	88-	49	33N	334
12	04	3	49	16	ki	79688	7,5	87-	55	64S	252
12	06	1	5	55	ki	98640	8,0	70-	51	43S	240
12	06	22	19	50	ki	1514	6,2	61-	14	45S	245
12	07	1	43	33	ki	1532	7,6	60-	46	63N	318
12	07	2	3	35	ki	1535	6,9	60-	48	33S	234
12	07	4	23	32	ki	1544	5,4	59-	57	86S	287
12	08	2	28	53	ki	1647	6,7	49-	40	34S	237
12	08	5	34	20	ki	1659	6,7	48-	51	73S	277
12	09	1	18	48	ki	1755	6,9	38-	19	73N	311
12	09	3	41	43	ki	119297	8,0	37-	38	47N	337
12	09	5	21	57	ki	119317	8,0	36-	45	67N	318
12	10	4	2	16	ki	139174	7,8	26-	30	80N	305
12	10	4	5	54	ki	139172	8,7	26-	30	77S	281
12	11	2	24	29	ki	2008	6,6	17-	4	16N	7
12	11	2	58	29	ki	139671	8,3	17-	9	53N	330
12	11	3	17	37	ki	139679	8,5	17-	12	61N	322
12	11	5	23	15	ki	2016	6,7	16-	27	61S	264
12	11	10	27	56	ki	2033	4,2	15-	21	70N	312
12	12	5	8	37	ki	2143	9,0	8-	15	84S	283
12	12	5	24	45	ki	158968	8,5	8-	16	33S	233
12	14	9	54	40	be	Merkúr	-1,1	0-	18	-62S	111
12	14	11	21	53	ki	Merkúr	-1,1	0-	18	66N	279
12	17	16	31	5	be	3000	8,2	11+	9	59N	50
12	21	20	3	52	be	147033	7,7	48+	21	43N	20
12	21	20	12	32	be	3536	4,4	48+	20	81S	75
12	23	16	33	45	be	109873	7,4	66+	42	86N	63
12	23	18	9	26	be	210	6,6	66+	46	59S	98
12	23	18	37	32	be	109899	7,6	66+	46	79N	56
12	24	18	36	50	be	322	5,6	75+	51	77S	80
12	24	19	59	18	be	327	4,4	75+	48	80S	77
12	24	21	17	0	ki	327	4,4	76+	40	-64S	222
12	25	20	36	22	be	437	7,3	83+	53	62N	43
12	26	15	45	15	be	527	6,2	89+	29	65S	99
12	26	18	17	40	be	532	7,1	89+	53	33N	17
12	27	22	9	59	be	700	5,9	95+	59	19S	150
12	29	3	47	39	be	859	6,6	99+	18	78S	101
12	30	17	30	13	ki	1092	5,9	100-	19	83S	257
12	31	19	24	36	ki	1239	6,6	97-	28	38N	327



## A Jupiter és a Szaturnusz együttállása december 21-én

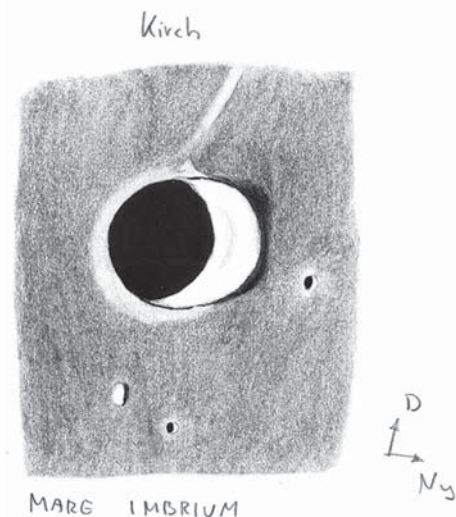
Az év leglátványosabb bolygóegyüttállása a Szaturnusz és a Jupiter december 21-i közelsége, ha az időjárás is úgy akarja. A téli napforduló estéjén, a navigációs szürkület kezdetekor (15:34 UT) a két óriásbolygó látszó szögtávolsága alig  $6' 10''$  lesz! Szabad szemmel nehezen, de binokulárral egyértelműen különválasztható lesz a két égitest. Akár még nagy nagyításokkal is egy látómezőben lesz tanulmányozható a két bolygó,  $10^\circ$ -kal a délnyugati horizont felett.

### A Kirch-kráter

A Kirch-kráter meglehetősen jelentéktelen, mindössze 11,7 km átmérőjű, 1830 méter mélységű kráter a Mare Imbrium északkeleti részén. Szelenografikus koordinátái: északi szélesség  $39,2^\circ$ , nyugati hosszúság  $5,6^\circ$ . Szerény mérete ellenére a legkisebb műszerekkel is megtalálhatjuk, mert alakzatunk közvetlen közelében nincs nagyobb kráter. Talán csak a Piazz Smyth-kráterrel keverhetjük össze, de ez a hasonló méretű és megjelenésű kráter a Kirchtől közel 100 km-re északkeletre fekszik. Nagyobb átmérőjű távcsővel szemlélve néhány érdekesebb részletet is felfedezhetünk, dacára annak, hogy a Kirch csak egyszerű gödörkráter. Görgei Zoltán 2019. augusztus 8-án egy 300/1500-as Dobsonnal észlelte, és 300x-os nagyítás mellett a következő leírás készült: „A Kirch egy kisméretű gödörkráter a Mare Imbriumban, a Montes Spitzbergentől északra. Alakja a ferde rálátásnak köszönhetően kissé elliptikus, belsejét az árnyék 60%-ban fedi. A nyugodtabb pillanatokban a belső nyugati sáncon egy sötétebb árnyalatú ív látható. A kráter által vetett árnyék igen rövid, alakja szokatlan, ugyanis délen egy kissé hosszabb, mint a többi részen. Egy apró domb látszik a Kirchtől északra. Ennek a dombnak az alakja észak–déli irányban elnyúlt,

árnyéka rövid. A kis, névtelen dombtól észak–északnyugatra egy apró kráter látszik. Egy másik, a fentebb említettől valamivel nagyobb kráter is látszik, ez a Kirchtől közvetlenül nyugatra fekszik. A Kirch déli pereméhez közel egy alacsony, nagyon vékony redő húzódik.”

Igazán felemelő érzés, amikor nagy távcsővel és nagyítással észlelünk kicsiny holdalakzatokat, és olyan parányi részleteket is megpillantunk, amelyeket a holdatlaszok nem is jelölnek. Ehhez persze a távcsövön kívül átlagon felül nyugodt légkör kell.



A Kirch-kráter Görgei Zoltán rajzán. Az észlelés 2019. augusztus 8-án, egy 300/1500-as Dobson-távcsővel, 300x-os nagyítással készült.

## Évfordulók

**300 éve halt meg Maria Margaretha Kirch**

(1670. február 25., Panitzsch –  
1720. december 29., Berlin)

Maria Margaretha Winckelmann, a neves csillagász, Gottfried Kirch második felesége. Maria Margaretha eleinte evangélikus lelkész édesapjától tanult, majd szülei halála után sógorától, és a közelben lakó Christoph Arnold (1650–1695) amatőr csillagásztól. Arnoldon keresztül találkozott Gottfried Kirchhel, akihez 1692-ben feleségül ment.

Maria Margaretha nemcsak felesége volt Gottfried Kirchnek, hanem asszisztense is csillagászati munkájában. Amikor Kirch berlini városi csillagász lett, felesége segített neki a kalendáriumi számításokban. Legnagyobb megfigyelési sikere a C/1702 H1 üstökös független felfedezése. Nyomatott művei is voltak, például a Szaturnusz és a Jupiter szembenállásáról, erős asztrológiai színezettel (*Vorbereitung / zur grossen Opposition, oder Merckwürdige Himmels-Gestalt im 1712. Jahre / worauf im folgenden 1713. Jahre Christi / der Genaue dreyfache Gegen-Standt / Saturni und Jovis folget.* Cölln an der Spree, 1712).

Kirch halála után Maria Margaretha megpróbálta betölteni férje pozícióját, de a Berlińi Akadémia Leibniz támogatása ellenére ezt elutasította. 1712 és 1714 között báró Bernhard Friedrich von Krosigk (1656–1714) magáncsillagdjában élt és dolgozott. A báró halála után Gdańskba költözött gyerekeivel, amíg fiát, Christfriedet ki nem nevezték berlini csillagásznak. Ezután haláláig Berlinben élt.

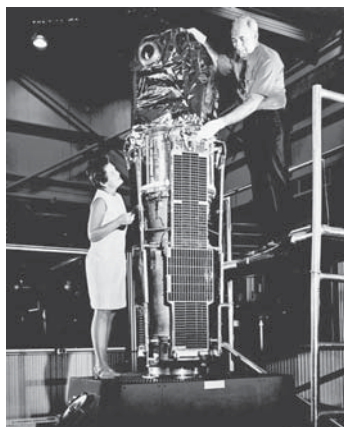
Róla nevezték el a (9815) Mariakirch kisbolygót.

**50 éve indították az Uhuru röntgenszondát**

Az Uhuru az 1970-es évek legsikeresebb csillagászati műholdja volt. Röntgentartományban mért, és számos kiemelkedő eredménnyel gazdagította a csillagászatot.

1972. december 12-én indították a kenyai Mom-basa közeléből – ezért is a szuahéli elnevezés, amely szabadságot jelent. Az 1973 márciusában véget ért küldetés célja röntgenforrások azonosítása a 2–20 keV tartományban, kiterjedt források tanulmányozása, változások detektálása, és ahol lehetséges, koordinált észlelés földi megfigyelésekkel. Ezeket a műhold sikerrel teljesítette.

Számos röntgensugárzó kettőscsillagot (például Cen X–3, Vela X–1 és Her X–1) és extragalaktikus



12

röntgenforrásokat fedezett fel. Milliszekundumos változást detektált a feketelyuk-jelölt Cygnus X–1 esetében. Négy katalógust publikáltak az észlelt forrásokról, a legutolsó 339 röntgensugárzó objektumot tartalmaz.

A műhold mérési eredményeiből számos publikáció született, 1981-ben pedig konferenciát tartottak az Uhuru emlékére.

### Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	15:43.2	Europa	ek
	17:35.9	Europa	ák
4	15:29.5	Io	ek
	16:22.9	Io	ák
	17:46.2	Io	ev
5	15:52.0	Io	fv
6	17:24.2	Callisto	ek
11	17:30.2	Io	ek
15	17:04.5	Callisto	fv
18	16:18.5	Ganymedes	fv
	16:21.1	Europa	mk
19	16:42.7	Io	mk
20	16:18.5	Io	ev
	16:58.4	Io	áv
27	16:02.7	Io	ek
	16:34.7	Europa	ev
	16:35.8	Io	ák
28	16:07.1	Io	fv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

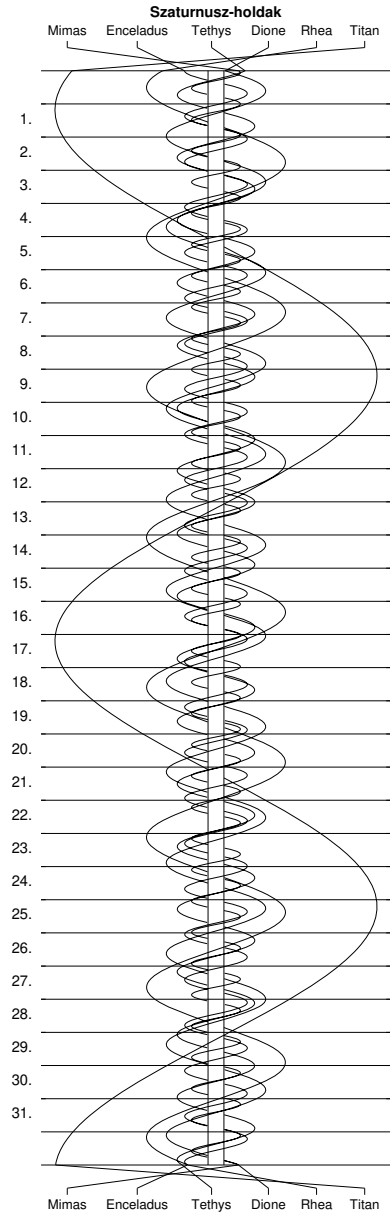
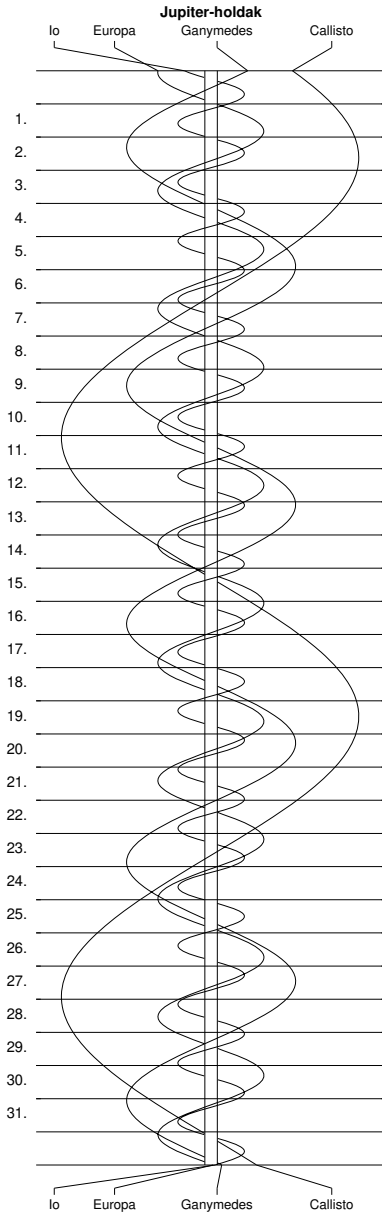
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



# **A B L A K A VILÁGEGYETEMRE**



 **Polaris Csillagvizsgáló**

Budapest III., Laborc u. 2/c. <http://polaris.mcse.hu>

# CSILLAGÁSZATI SZAKKÖR

A POLARIS CSILLAGVIZSGÁLÓBAN  
8-12 ÉVESEKNEK

Foglalkozások szerdánként 17.00 - 19.00 óra között

Könnyen, hamar elsajátíthatod  
a távcsövek használatát  
Megismerheted a csillagképeket  
Előadások csillagászatról, űrkutatásról,  
aktuális égi eseményekről

Részesen lehetsz a csillagászok  
fantasztikus közösségének  
(kirándulások, táborok stb.)



További információk: <http://polaris.mcse.hu>

e-mail: [polaris@mcse.hu](mailto:polaris@mcse.hu)

Cím: 1037 Budapest, III. kerület, Laborc u. 2/c

  
Polaris Csillagvizsgáló  
ÓBUDA



**CIKKEK**





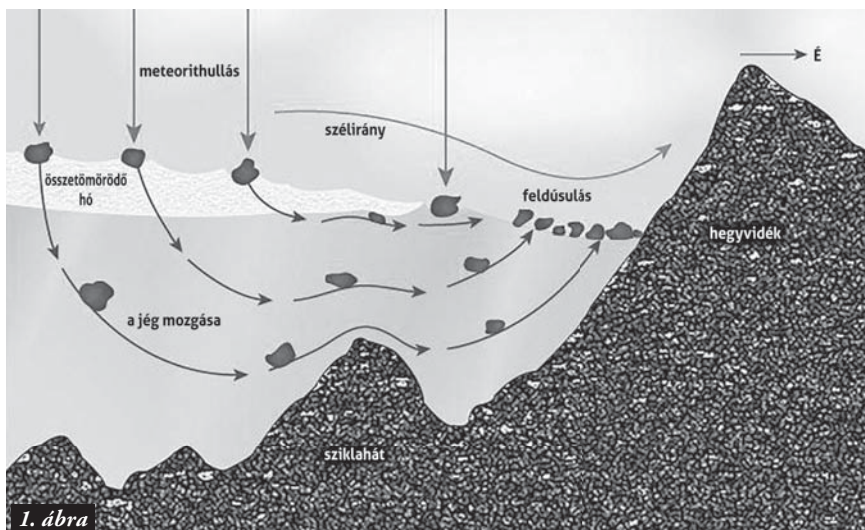
## HEGEDÜS TIBOR

### Égi kövek nyomában

A meteorok sokak kedvencei. Még azokat is megérinti a „hullócsillagok” látványa, akik nem igazán érdeklődnek a csillagászat iránt. Az égbolton végigfutó fénypontok nyomában elhangzott kívánságok között csillagászoké és geológusoké lehet a legfurcsább. Ők azt kívánják: bárcsak tudnák, hogy honnan érkezett a légkörünkben felizzó kis test, mi volt a története a Földünkkel való találkozás előtt. És bárcsak kezük ügyébe kerülhetne az a kis test, vagy legalább egy darabja, hogy meg tudják vizsgálni. Ugyanis egy tüzetes vizsgálatból valóban kiderülhet a kis törmelék előtörténete, sorsa. De vajon milyen feltételek mellett lehet esélye annak, hogy leérkezzen a földfelszínig? És mi kell ahhoz, hogy esélyünk legyen megtalálni? Cikkünk ezeket próbálja tisztázni.

### A meteoritikus anyag a Földön

A Naprendszer legújabb kori időszakának évmilliói során nagyjából egyenletesnek feltételezhető intenzitással érték Földünket a törmelékanyag bombázásai. Első közelítésben az érkezési irány szerint is egyenletes eloszlásúnak feltételezett meteorittömeg kétharmada nyilvánvalóan az óceánok mélyére kerül. A földfelszínre esett egyharmadnyi mennyiség további jelentős része eső áztatta területeken ér földet, és néhány évtized alatt szétmállik. Ahol az év valamelyik időszakában fagypontra is csökken a hőmérséklet, ott még hamarabb elenyézik. Kevésbé nedves talajban a fagyhatárnál mélyebben beágyazódott kőmeteoritok évszázadokig jelentősebb degradáció nélkül megmaradhatnak. Végül a legszerencsésebbek a sivatagos területekre hullott meteoritok, ezek sok ezer évet képesek átvészelni számottevő állagromlás nélkül. Igaz, a tiszta vas-nikkel meteoritok nagyságrendekkel tovább képesek állni az eróziós hatásokkal bármilyen környezetben, mint ugyanolyan feltételek közötti kőmeteoritok, de a ma ismert statisztika szerint ezek az összes meteoritikus anyagmennyiségnek alig 8%-át teszik ki. A nagy kérdés már csak az, hogy véletlenül, vagy célzott kereséssel megtalálhatjuk-e az elmúlt évszázadok alatt leesett, összegyűlt égi hírvivőket?



*A megtalált antarktisi meteoritok látszólagos feldúsulásának magyarázata  
(The Field Museum, R. A. Smith)*

A természet eróziós folyamatai mellett az emberi tevékenység is hatással van a korábban lehullott meteoritok megtalálhatóságára. A mezőgazdasági művelés során földbe taposódhat, sőt mélyebbre is kerülhet az amúgy felszínen heverő meteorit, ugyanakkor az addig akár 30–40 cm mélyen fekvő meteorit a felszínre is kerülhet, pl. szántás során (ld. a csátaljai meteorit megtalálása).

A legutóbbi évek tapasztalatai azt mutatják, hogy a lakott területektől távoli, érintetlen területeken vannak olyan geológiai folyamatok, amelyek a felszín alatti anyagok (talaj vagy jég) mozgásán keresztül meg tudják növelni a terület-egységre jutó meteoritok számát – egyfajta feldúsulást eredményeznek. Ilyen a sivatagi homokdűnék állandó mozgása, illetve a lejtős jégmezők határoló hegytömeghez érkezése. Az 1. ábra az antarktisi meteoritfeldúsulások elképzelt mechanizmusát magyarázza. A 2. ábrán az elmúlt években megtalált meteoritok hely szerinti eloszlása látható. Itt az összes sűrűsödési góc sivatagokkal azonosítható. E területek igen intenzív meteoritvadászat célpontjaivá váltak az elmúlt években, és ennek eredménye az előkerült meteoritok nagy száma. Így a kutatók asztalára is újabb és újabb érdekes darabok jutottak, szenzációs, korábban elképzelhetetlen információkhoz juttatva a szakmát. Nem mellékes körülmény, hogy az Észak-, és Északnyugat-Szahara bennszülött népességének szinte megélhetési lehetőség a meteoritkeresés.



2. ábra

*A világon valaha megtalált meteoritok hely szerinti eloszlása (Ulusoy, 2016)*

Ha a Föld többi területén talált meteoritok számát, ill. a felszíni eloszlást tekintjük, akkor a kép valóban egy egyenletes eloszlást sugall – nyilvánvalóan leszámítva az esőerdők, a tajga és a magashegységek területeit, amelyeken szinte lehetetlenség a meteoritkeresés.

Kiindulva abból a száz évnél is régebbi becslésből, miszerint naponta kb. 5000 t meteoritikus anyag kerül a Földre, akkor ez ezer év alatt<sup>1</sup> a mai Magyarország területén 333 000 tonnát jelentene. Persze ezt némileg csökkenti a tavaink és folyóink által elfoglalt földterület figyelembevétele – az ezekbe hullott meteorit megtalálására jelenleg semmi esély sincs. Ehhez a nagy számhoz képest az ismerten megtalált darabok összömege csupán kb. 27 kg. A nemrégiben előkerült csatáljai (2012) 16 kg-os és a kölkedi (2016) 1,25 kg-os darabok bizakodásra adnak okot: bármikor, bárhol előbukkanhat a földből ezekhez hasonló, sőt akár nagyobb méretű meteorit is.

<sup>1</sup> Tételezzük fel, hogy kb. ennyi időt túl tudnak élni a mérsékelt égövi erodálódás ellenére. A korábban lehullott darabok nagy valószínűséggel szétmállottak. A meteoritok alig 8%-át kitevő vasmeteoritok persze növelik az így kapott becslés összömeget, hiszen akár több ezer éve lehullott vasmeteoritok is egyben maradhattak mostanáig.

## Szemtanús hullások

A meteoritok laboratóriumi vizsgálatai számtalan titkot fel tudnak tárni: a kis test Földdel történő ütközése előtti történetének egyes vonatkozásait, a Naprendszer és nagyobb égitestjei kialakulásának kulcsmomentumait stb. Azonban az továbbra is ismeretlen marad, hogy honnan jött. Így az esetleges „szülő égitest” kérdése sem tisztázható. Ahhoz, hogy e kérdésben érdemi latolgatásba kezdhesünk, a lehullott test légkörbeli pályáját olyan pontossággal kell ismernünk, hogy abból minél precízebb naprendszerbeli pályát számolhassunk. Ha legalább két, egymástól optimálisan 30-40 km távolságban lévő helyszínről pontos égi koordinátasorozat formájában rögzíthető a fénylő pálya, és persze a pontos idők és az észlelőhelyek pontos koordinátái is rendelkezésre állnak, akkor jó eséllyel olyan pontosságú pályaelemek számíthatók, amelyekkel a kis test földi légkörbe ütközése előtti pályáját megfelelő pontossággal meg lehet határozni. Ha a szülőégitest a csillagászok által már katalogizált, ismert objektum, akkor az adatbázisokkal történő összehasonlítás fényt deríthet a „rokoni kapcsolatra”.

A régi kódexekben, későbbi nyomtatott kalendáriumokban, majd folyóiratokban, szakkönyvekben százával találni leírást égi fényjelenségekről, amelyek túlnyomó része valóban fényes meteor lehetett (l. pl. 3. ábra). Ezek a kezdetleges leírások azonban vajmi kevés tudományos információt hordoznak, ezekből az égen végigszárguldott kis test mibenlétéről szinte semmi érdemleges nem hámozható ki. A helyzet még a tömegtájékoztató megjelenése, napilapok, hetila-



3. ábra

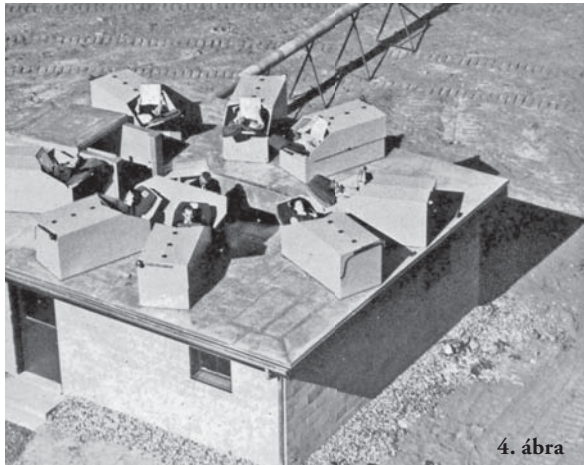
Egy 1783. augusztus 18-án észlelt szétrobbant tűzgömb látványának megörökítése (Henry Robinson iskolamester műve)

pok szenzációra éhes újságírói utánajárási aktivitása után sem sokat javult: a modern kori átlagember elképesztően rosszul tájékozódik az égen, és a megfigyelőképessége is gyenge. Egy-egy látott esemény perdöntő részletei ráadásul a napok teltevel egyre rosszabbul reprodukálhatóak, még ha a jelenség után 1-2 órán belül képes lenne is pontosan visszaemlékez-

ni mindenre a szemtanú. Így egy meteorpályát később pontosítani próbáló személy egyre rosszabb eséllyel kap hitelt érdemlő információt a kikérdezettektől. A meteorjelenség egyik alapvető sajátossága a gyors lefolyás: a röpké másodperc alatt tovaillanó fényjelenség tovább nehezíti a szemtanúk helyzetét, valójában nincs is idő tereptárgyakhoz, csillagokhoz viszonyítani a kezdőpont és végpont helyét (a csillagok között sem ismeri ki magát a mai ember). További probléma, hogy eleve sokan csak „menet közben” veszik észre – és amit a jelenség „elejének”, vagy „kezdetének” jelölnek meg, az valójában már lehet a közepe, vagy ki tudja, melyik része. Márpedig, ha nem tudunk a meteorpályán bizonyos fix pontokat összepárosítani más irányból észlelő személyek elmondásaiból leírt pálya ottani azonos pontjaival, akkor semmi esély valódi háromdimenziós pályarekonstrukcióra, még relatíve pontos leírás esetén sem. Tipikus hazai példa erre az annak idején Kulin György által részletesen tanulmányozott 1950. november 10-i látványos esemény. Több ezer szemtanú kikérdezésének tapasztalatai mai napig tanulságul szolgálhatnak.

A 20. század második felétől, a háborúból kikeveredett, egyre konszolidáltabb életű, fejlődésnek indult országokban tömegessé váltak a legkülönbözőbb hobbik – így az amatőr csillagászat is. Ennek köszönhetően a minden különösebb eszköz nélkül is művelhető meteormegfigyelés nagy népszerűségnek örvendett. A szakkörökre, klubokba járó, ilyen témára specializálódó amatőrök

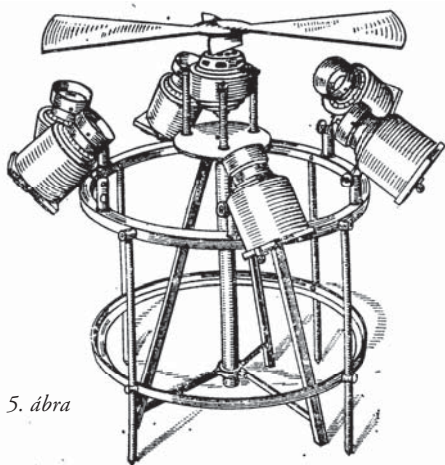
jól megismerték az égboltot, tréningezték is magukat a néha csak pillanatokig felvillanó halvány jelenségek minél pontosabb pozíciómeghatározásaira. Az átlagembernél jóval pontosabb leírásokat voltak képesek adni. Még a hatvanas-hetvenes évekbeli Szovjetunióban, és az USA-ban is a profi csillagászok által követett módszer volt a sza-



4. ábra

*A professzionális csillagászok által még a XX. század közepén is rendszeresen használt meteorészlelési technika: a vizuális észlelés, fűtött minikonténerekbe bújt észlelőkkel (Middlehurst és Kuiper, 1963)*

bad szemes meteormegfigyelés (4. ábra). Térképre rögzített pályák utólagos kimérésével e sorok szerzője is foglalkozott, még a nyolcvanas évek vége felé is. Természetesen hamar kiderülnek az emberi képességek korlátai, és az égbolt alatt, zseblámpafénynél történő csillagtérképre rajzolás, és a mégoly gondos módon, de primitív technikával „kimért” rajzok pontatlanságai. Végeredményben tized fokos nagyságrend alá képtelenség leszorítani a pontosságot, ez pedig még nem alkalmas hitelt érdemlő pályaszámításra, és ez alapján a földre hullások valószínű helyének becslése sem lehetséges.



5. ábra

*Forgószektoros fotografikus meteorészlelő állomás vázlatrajza az 1981-es szovjet csillagászati évkönyvből*

szen a kilencvenes évekig folyt még ilyen meteorfotózás (5. ábra). Hazai amatőr csillagászok is próbálkoztak a forgószektoros meteorfotózással, azonban tudomásunk szerint két helyről ugyanazon meteort soha nem sikerült lefényképezni.

A témának nagyobb lökést a 2000. évtől gomba módra szaporodó videós meteorészlelő-állomások létrejötte adott, aminek az alapja pedig az olcsóbbá, és kis méretűvé vált CMOS-videókamerák piaci elterjedése volt. Világszerte profi és-vagy amatőr csillagászokból álló szervezetek foglalkoznak a kameraállomások telepítésének segítségével, méréseik összehangolásával, adataik gyűjtésével, rendszerezésével és néhány egyszerűbb szempont szerinti feldolgozásával is. A legaktívabb természetesen e téren is Európa, Japán és az USA. Csak az európai szervezet évente több százezer rögzített meteoresemény regisztrátumát tárolja el. Magyarországon magánkezdemenyezésre, Igaz Antal saját finanszírozásá-

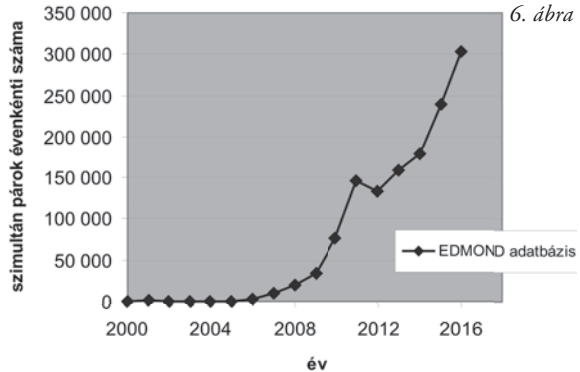
Az említésre méltó pontosságú fénylőpálya-meghatározás először forgószektoros szimultán meteorfényképező-állomások képeinek kimérésével vált lehetővé, amilyenek nagyjából az 1950-es évek közepétől már működtek a világ néhány országában, de érdemleges eredményekre vezető, rendszerezesebbnek mondható aktivitást a hatvanas évek végére értek el (pl. Csehszlovákiában, Ondřejovban, ill. az Egyesült Államokban üzemeltek szimultán fényképező-állomások). Egyre tökéletesedő eszközökkel és módszerekkel egé-



val és áldozatos utánajárásával épült ki az első videós meteorkamera-hálózat, 2010-től kezdve. Később az MCSE és a VCSE finanszírozásával is bővült a rendszer. A fenntartásban, adatgyűjtésben szintén az MCSE és a VCSE vállalt oroszánrészt, Tepliczky Istvánnak és Dr. Csizmadia Szilárdnak köszönhetően. Nagyjából ezekben az években indultak hasonló kezdeményezések más országokban is. A hamar egységbe tömörült európai észlelőhálózat az EDMOND néven alapított nagy adatbázisba gyűjti folyamatosan az éjszakáról éjszakára született észlelési anyagot. A magyar hálózat aktivitása igen kiemelkedő, általában az első három legtöbb adatot beküldő ország között vagyunk.

A 6. ábrán bemutatott statisztika értelmében tehát ennyi meteoroid pályája vált ismertté az adott évben (nem kumulatív eloszlásról van szó, hanem az egyes adatok az összes állomáson adott évben rögzített meteorok közül legalább még egy állomáson rögzített adatsorral párba állítható esetek számát jelentik). Ezen fel is lelkesülhetnénk, hiszen ha ezeknek csak egy töredékét is megtalálnánk a földfelszínen, már komoly tudás birtokába kerülhetnénk. Sajnos azonban annyi szerencsés körülménynek kell együttesen teljesülnie, hogy napjainkig az egész történelem során mindössze 22 „szemtanús hullás” történt – azaz, amikor magát a jelenséget is sokan látták, dokumentálták, a pályát is sikerült kiszámolni, és a jelenségből leérkezett darabokat (legalábbis egy részüket) sikerült begyűjteni és vizsgálni.

A baj az, hogy a kamerák százaival „megfogott” évi több százezer esemény szinte mind olyan meteor, amelyek el sem érik a talajt, vagy legjobb esetben is csak valamilyen porszerű anyag ülepedik le idővel utánuk, ami aztán szépen elkeveredik a földfelszíni kőzetek, talajszemcsék, emberi építményekről, közlekedési és használati eszközökről leváló mikroszkopikus darabok szél által



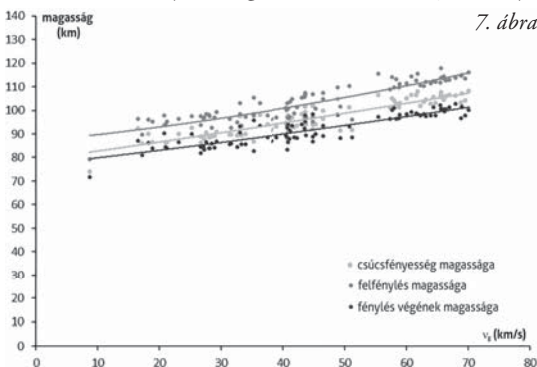
6. ábra  
Az európai meteorészlelési adatbázis 2000-es megalapításától 2016-ig összegyűlt észlelési anyagban található szimultán (ugyanazon meteor két észlelőhelyről történt) észlelések éves számának változása (EDMOND, 2018)



felkevert darabjaival. A fentebb már említett, hazánk területére ezer év alatt lehullott 333 000 tonnányi kozmikus anyag egy jó része is porszerű, és megkülönböztethetetlen a földi eredetű portól. Hogyan lesz por egy a Föld útját keresztező kozmikus törmelékből? Mekkora test képes elérni a földfelszínt? Ezek megválaszolásához már a fizikát is segítségül kell hívni.

## Egy kis meteorfizika

Egyenletekkel való dobálózás helyett pusztán egy fenomenologikus leírás formájában tekintsük át a történéseket. Habár a meteoroidok egyik modellje szerint keményebb anyagú magok közötti (és körötti) teret kitöltő porszerű anyaggal lazán összefogott alaktalan darabnak tekinthetők – az egyszerűbb modellezhetőség kedvéért homogén szilárd gömbnek tekintsük őket. Átlagos sűrűségükre lehet némi megkötést tenni: döntően  $\rho=3,4$  (kondritok) és  $7,8$  (vas)  $\text{g/cm}^3$  közöttinek tekinthető a sűrűségük. Az ún. légkörön kívüli sebesség, amellyel a Nap körüli keringésük során elérik a Földet, egy bizonyos felső korláttal bír: a Föld távolságában érvényes 3. kozmikus sebesség értékénél nem lehet nagyobb, azaz  $v_0 \leq 42 \text{ km/s}$ . Ez, tekintetbe véve a Föld pálya menti sebességét – „szembetalálkozás” esetén akár  $72 \text{ km/s}$  relatív sebességű légkörbe lépést eredményezhet. Ennek a relatív sebességnek az alsó határa elvileg  $0 \text{ km/s}$  is lehet, de ahhoz, hogy jól látható meteorjelenség keletkezzen, nyilván jókora sebességre van szükség



*A meteorok fénylő pályaszakaszának kezdő- (felső) és végső magasságának (középső), valamint a csúcspénységhoz tartozó magasságának (alsó) függése a geocentrikus kezdősebességtől (P. Roggemans statisztikai vizsgálata alapján, 2017)*

7. ábra (7. ábra).

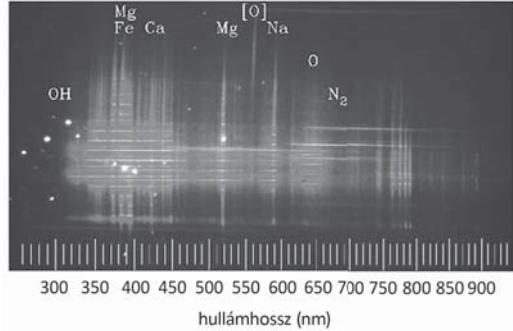
A fénykibocsátás általánosan a Földi légkör atomjaival-molekuláival történő ütközések során a nagy sebességgel száguldó testnek átadott energia hővé alakulása – azaz a meteoroid hőmérsékletének egyre gyorsuló emelkedése, végül izzásba jövele. Az ütközéssel energiát nyerő atomokról 1-2 elektron le is szakadhat, így a mete-

orjelenséget a repülési pálya mentén kialakuló ionizálódás is kíséri. A manapság már egyre népszerűbbé váló meteorspektrum-fényképezések regisztrátumaiban ez jól meg is jelenik (rekombinálódáskor az oxigén és a nitrogén emissziója, ld. 8. ábra).

A szimultán meteorfelvételek elemzéséből már jól tudjuk, hogy a meteorok

zöme 90-100 km-rel a felszín felett kezd el fényt kibocsátani – azaz ekkor fénylik fel. Nyilvánvaló következtetésünk, hogy a légkör már ilyen nagy magasságban is eléggé sűrű ahhoz, hogy számottevő mennyiségű részecskével ütközzön az érkező test. Légkörünknek ez a legkülső rétege az ún. ionoszféra, átlagos sűrűsége  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ez elképesztően kicsi érték, a nagy sebesség miatt mégis időegység alatt elegendő ütközés történik, és a kinetikus energia is elképesztően nagy. A levegővel érintkező homlokfelület 100 km körüli magasságnál már eléri a több ezer fokot, és ez elegendő fénykibocsátással jár együtt: láthatóvá válik a test. Az ezt megelőző pályaszakasz, amikor a világűr hidegéből érkező kis test felületi hőmérséklete elkezd nőni az ütközések hatására – az „előfűtés”. E pályaszakaszon számottevően nem változik a test sebessége, és mozgási iránya sem. A felfényléstől kezdve azonban egyre erősödő fékeződés is történik a fénykibocsátáson kívül<sup>2</sup>. A test kinetikus energiájának egyre nagyobb része konvertálódik fénné (ennek hatékonyságát az egyszerű modelleknél az  $\varepsilon$ -nal jelölt ún. *fénykibocsátási hatásfokokkal* jellemzik).

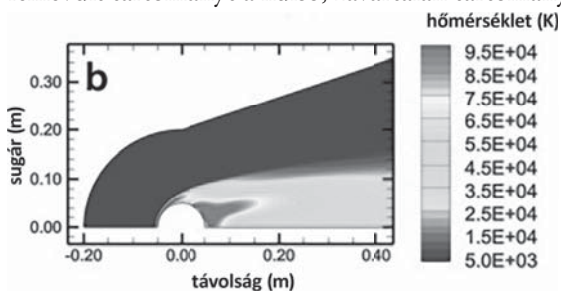
Ahol már mérhető, számottevő sűrűséggel jellemezhető, ismert hőmérsékletű és anyagi összetételű közeget találunk, meghatározható a *közegbeli hangsebesség* ( $v_s$ ). Ez a közegben történő mozgások jellegére nézve is érdekes, fontos paraméter, és a felszín feletti magassággal kicsit komplikáltabb módon változik. *A közeg adott helyen érvényes hangsebességéhez viszonyított mozgási sebességet* a Mach-számmal jellemezzük (szokásos jelölése Ma), ez arra utal, hogy a közeg-



8. ábra: Egy Leonida rajhoz tartozó fényes meteor színeképe (Watanabe, 2012)

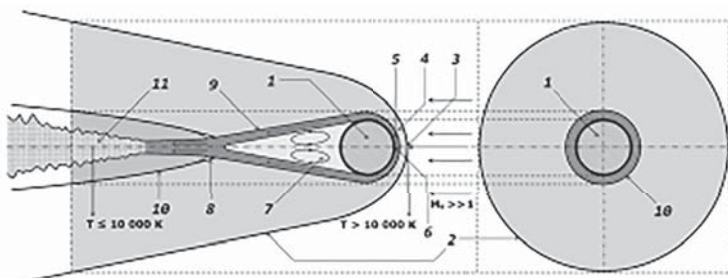
2 Észrevehető irányváltozás ugyanakkor még ebben a pályaszakaszban sincs. A fénylő pálya túlnyomó része egyenessel közelíthető.

ben mozgó test sebessége hányszorosa a közegbeli hangsebességnek. Néhány Mach-ig szuperszonikus repülésről beszélünk, de 5 Ma felett már hiperszonikusról. Egy átlagos meteor sebessége 100 km körüli magasságban akár a 35-40 Mach-ot is meghaladhatja, tehát „erősen hiperszonikus”. Ilyen mozgásoknál igen bonyolult a mozgó test és a körülötte lévő közeg közötti kapcsolat, és viszonylag kis távolságokon is nagyon nagy mértékben változnak a különböző paraméterek értékei. A 9. ábrán egy hidrodinamikai szimuláció egyik pillanatfelvételét látjuk. A kis test körül kialakuló, elől nagyjából parabolikus, hát-rébb kúpos határfelület – amely elválasztja a száguldó meteoroid által befolyásolt, felhevült tartományt a külső, zavartalan tartománytól – neve *lökéshullámfront*.



Egy 35 km/s kezdősebességű meteoroid körüli térrész hőmérséklet-eloszlása

9.a., b. ábrák



A meteoroid lökéshullám frontjának szerkezete oldalnézetben és szemből: 1) a meteoroid, 2) a hullámfront burkolója, 3) a nyomáshullám frontja, 4) szonikus tartomány, 5) határréteg, 6) stagnációs pont, 7) turbulens tartomány, 8) „nyak” – recompresszáció tartománya, 9) „szabad” nyírási réteg, 10) a recompresszációsi tartomány lökéshullám frontja, 11) a turbulens plazmaáramlás tartománya, adiabatikus tágulás (Silber et al., 2018)

Az izzáson is túl hevülő meteoritikus anyag folyadék fázisba kerül, és egyre intenzívebben párolog is. A plazma gőztérből a lökéshullámfront mögötti nagy nyomás hátrasodorja az anyag nagy részét, amely ott lelassul, turbulens mozgásba kezd, és gyorsan hűl. A test körül így lecsökkenő nyomású gőztérbe a

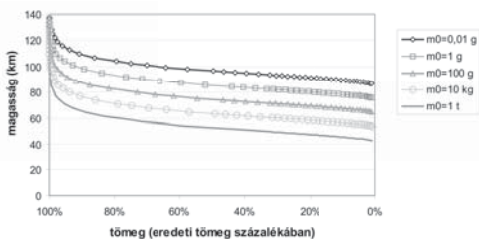
tovább olvadó meteoritikus anyagból folyamatos párolgással újabb plazma kerül, ami folytatja a hátrasodródást, és így tovább. A meteoroidmag tömege ezzel a párolgási folyamattal<sup>3</sup> gyorsan csökken, míg végül valamilyen magasságban teljesen elfogy. Általában a körüli pillanatokban, amikor a test teljes felolvadása bekövetkezik, a test közvetlen közelében érvényes véletlenszerű eloszlású (aszimmetrikus, anizotrop) nyomás „segítségével” számtalan darabra is szakadhat a maradék meteoroidanyag – ez is a meteorok fragmentációnak nevezett jellegzetes és igen általános kísérőjelensége. A darabokra szakadással gyakorlatilag többszörösére nő az összfelület, így a párolgás gyorsasága is. A lökéshullámfronton belül megbomló-elbonyolódó nyomásviszonyok következtében heves, többszörös ütközések is bekövetkezhetnek a szétvált cseppek között – mindez hirtelen fényességnövekedést is okoz, azaz a meteor hirtelen felvillanást produkál. Ezután egy nagyon rövid pályaszakasz befutása után el is halványul – az intenzívvé vált párolgással a maradék anyagát is gyorsan elveszti. Ekkortájt már 50-60 km magasságban száguld, ahol már elég sűrű a légkör: a földfelszíni sűrűség egy ezrede körüli. Kedvező körülmények között, amikor ilyen magasságba a Nap sugarai még eljutnak – a meteoroidból elpárolgott és a pálya mentén szétszóródott anyag lehűlésével képződött ritka por jól látható, sőt le is fényképezhető. „Nyomot hagy” a meteor. A magaslégtér szelekkel az akár 50 km hosszúságú, és még mindig elég gyorsan mozgó poráram különböző részei a helyi szélirány és szélerősség függvényében percek múlva egészen bizarr alakúra is torzulhatnak. Ilyen érdekes és emlékezetes eset volt 2000. május 10-én este, amikor Magyarország felett az égen egy rombusz alakzat jelent meg – sokakban félelmet vagy riadalmat keltve (10. ábra). Noha ott sem másról volt szó, mint egy kis meteor ablációs folyamatának végéről.



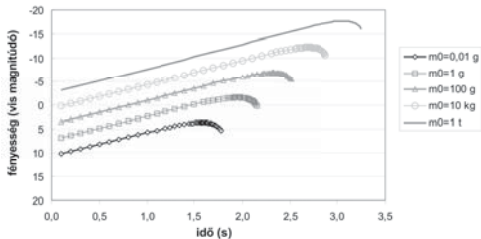
10. ábra: 2000. május 10-én este hazánkból sokak által észlelt, rombuszt formázó meteornyom (Veres Viktor felvétele)

3 Az angol szakirodalomban ennek a folyamatnak a neve abláció (ablation).

Egy viszonylag egyszerű numerikus integrátorral széles tartományban szimulálható, hogy különböző kezdőfeltételekkel (a légkörbe lépési irány függőlegessel bezárt szöge, kezdősebesség, kezdeti tömeg stb.) milyen magasságban enyészik el egy meteoroid anyaga. A 11. ábrán a futtatás eredményeiből mutatunk be néhányat:



11.a., b. ábrák



*Egy egyszerű fizikai modell futtatási eredményei különböző kezdőtömegekkel: fent a tömegvesztés (ami nulla lesz, amikor elpárolog a teljes tömeg), lent a zenitre korrigált fényesség, az idő függvényében.*

és a legvégén gyorsul be ismét. Míg a legkisebb szemcse a 85 km-es magasságot sem éri el – az 1 tonnás test 42 km-ig leér. A program érdekes tanulsága, hogy a modell szerint még egy 1 tonnás kezdőtömegeből sem marad annyi a repülés végére, ami elérkezne<sup>4</sup>. A 11.b. ábra érdekessége, hogy ilyen kezdőfeltételek mellett érkező picurka (0,01 g tömegű) meteoroid a csúcsfényessége környékén látható fénylést képes produkálni. Jól látható, hogy minél nagyobb a kezdőtömeg, annál hosszabb ideig tart a fénykibocsátással járó repülés, és egyre magasabb maximális

Habár a modell viszonylag egyszerű, egyes paramétereket csak átlagértékekkel szerepelteti, a fizikai történések klasszikus alapegyenleteit használja, így a lényegét hozzávetőlegesen jól mutatja, legalábbis nem túl szélsőséges kezdőfeltételek esetén. Modellmeteorunkat 140 km magasságból indítjuk, 30 km/s kezdősebességgel (x irányú sebességkomponense 10 km/s). A kezdő tömeget 0,01 g-tól 1 tonnáig változtattuk, néhány nagyobb lépésben (2-2 nagyságrenddel).

Az ábrákról jól látszik, hogy eleinte nagyon gyors a tömegváltozás, majd a pálya jelentős részében nagyjából lineárisan csökken,

4 A modellmeteor ugyanezekkel a kezdeti paraméterekkel 100 Mt kezdőtömeagnél éri el a talajt. Ez nyilvánvalóan nem lehet így a valóságban. Ez az eredmény a modell egyszerűségének következménye. Érdekes folyománya a modellnek, hogy a 100 Mt-ból viszont 3 Mt megmarad – azaz ennyi leérkezik belőle.

fényességet képes elérni. Az 1 tonnás meteoroidunk csúcspfényessége már megközelíti a teliholdét (-18 magnitúdó). Még egy érdekessége a modellnek: a tömeg végső elfogyása pillanatában is van maradék sebesség – az egész fénylő pálya legvégéig alig 4% sebességcsökkenés történik, szinte a tömegtől teljesen függetlenül. Ezt az eredményt a szimultán meteorkamera-adatok elemzése is igazolja.

## Tűzgömbök – és hullásmezők

Az egyszerű fizikai modellünk is megtanít arra, hogy a légkörünk „védő” funkciójának köszönhető abláció jelensége miatt csak a legfényesebb meteorokra érdemes koncentrálni. Ezeket külön névvel is szokás illetni: ezek a tűzgömbök (bolidák). Jellemzőjük, hogy csúcspfényességük akár a teliholdét is meghaladja, rendszerint jól látható, és percekig, sőt akár órákig szét sem oszló nyomot hagynak, és igen gyakran hangrobbanásszerű dörrenéssel járnak együtt. Valószínűsíthetően ezek a robbanások a test mechanikai széttöredezésének pillanatát jelzik. (A robbanás pontos okára csak feltételezések vannak, és még az sem biztos, hogy minden esetben ugyanarra az okra vezethető vissza.) Ám ahogy lentebb látni fogjuk, az is bizonytalan, hogy milyen magasságban történik ez meg. Ezek a jelenségek nagyon ritkák, egy Magyarországi területen átlag 1-2 évente történik ilyen nagyságrendű jelenség. Az 1. táblázatban összefoglaltuk a legutóbbi, általunk még vizsgálat tárgyát képező eseményeket:

1. táblázat Néhány magyarországi tűzgömb jellemzői a közelmúltból

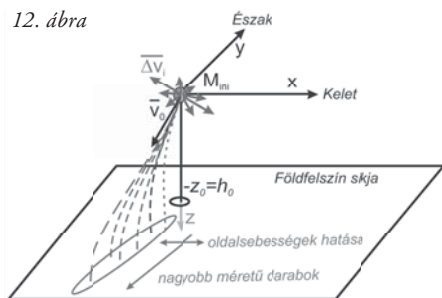
Dátum/idő (UTC)	max. fény. (magnitúdó)	átlagos seb. (km/s)	kihunyási magasság	tömeg (kg)	megjegyzés
2011.08.05. 19:46	~ -9?	24	32 km	2-20 kg	Siófok fölött
2013.08.24. 19:02	> -8	12	29 km	250-400 kg	pilisi
2015.04.06. 17:31	-12?	11	34 km	> 1 t	húsvéti (Bükk)
2018.04.08. 18:47	-7	18	52 km	2-99 kg	DNy-Magyaró.

Ha tehát van maradékanyag, ami nem párologott el a fénylő pályaszakaszban, a szétesés pillanatától kezdve, az meglepően rövid időn belül visszahűl az izzási hőmérséklet alá, és megkezdődik a földet érésig tartó – számunkra már megfigyelhetetlen – repülését, amit több értelemben is helytálló módon „sötét repülésnek” nevez a szakirodalom. Ameddig ezt nem tudtuk modellezni, csak minimális esélyünk volt, hogy megadjuk a valószínűsíthető földet érési helyet.

Az sem volt ismert, hogy az alacsonyabb légköri rétegek szélirányai és sebességei milyen mértékben képesek eltéríteni a szabadon eső kis testeket. Végül az első modellezési kísérleteink 2017 tavaszán születtek meg (Csizmadia, Hegedüs, Jäger). A három modellezőprogramból kettő a mai napig továbbfejlesztés alatt áll. Ezek alkotják jelenleg a magyar meteoritkeresési projekt alapját, egymás számára is kontrollt jelentve (Csizmadia és Hegedüs).

A modellezőprogramok (integrátor kódok) magja nem igazán bonyolult: a szimultán adatok feldolgozását elvégző programok futtatásából származó „végeredmények” által definiált kezdőfeltételekkel indít el egy megfelelően megválasztott lépésközü kinematikai integrálást. A kezdőfeltételek:  $v_0$  kezdeti sebesség,  $\alpha_z$  a sebességvektor függőlegessel bezárt szöge induláskor,  $A_{z_0}$  a sebességvektor földfelszínrel párhuzamos vetületének azimutszöge,  $M_{ini}$  kezdeti tömeg. Szabadon megválasztható paraméter a meteoroid sűrűsége (többnyire a  $3,4 \text{ g/cm}^3$  tipikus kondritokra érvényes értékkel számolunk, a geometriai méretet ebből származtatjuk), és alakja<sup>5</sup> (ez a fékezés hatékonyságát befolyásolja). Bemenő empirikus paraméter a légkör különböző magasságaiban a meteorjelenséghez legközelebbi időpontban, és a lehető legközelebbi helyeken mért oldalirányú szélérősségek és szélirányok. Ezeket az OMSZ munkatársaitól kapjuk, az ECMWF adatbázisból előállítva, amiért ezúton fejezi ki a szerző a köszönetét. Ezek a bemenő adatok 1-1000 mbar között 20-25 nyomásértéknek megfelelő magassági szinten adják meg a vízszintes síkban értelmezett azimutszögekkel a szélirányt és a szélérősség abszolút értékét. A köztes értékeknél lineáris interpolációval előállított értékekkel számolunk.

12. ábra



A modellezésnél használt derékszögű koordináta-rendszer.

- 5 Jelenleg kizárólag gömb alakú meteoritokkal számolunk, mert a repülés során fellépő Mach- és Reynolds-számok értéktartományán laboratóriumi és elméleti vizsgálatok csak ilyen alakra állnak rendelkezésre.



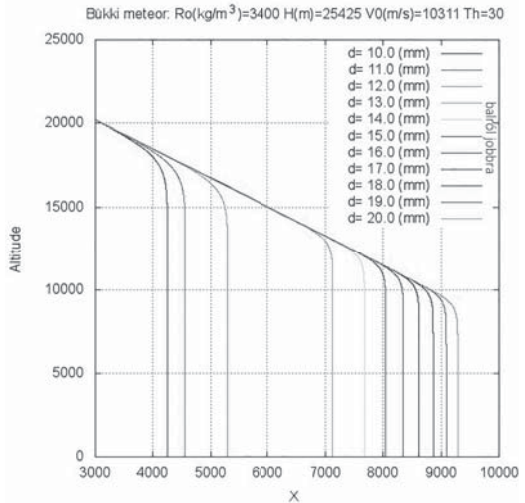
A 12. ábra az integráláshoz használt derékszögű koordináta-rendszert ábrázolja. A szétrobbanást oly módon vesszük figyelembe, hogy Monte-Carlo-szimulációval modellezett kisebb-nagyobb sebességtöbbleteket adunk sok különböző méretű test kezdeti sebességértékeihez. Így az eredmény egy *szórásmező* lesz, amelyen jól elkülönülve terülnek szét a különböző méretű meteoritok.

Már a legelső, még a szelek hatásait figyelembe sem vevő modelljeink is meglepő eredményeket adtak:

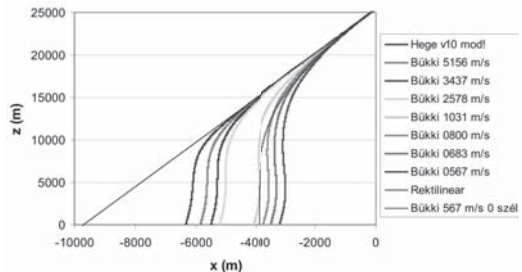
- a sötétrepülés akár percekig is eltarthat
- a repülés viszonylag jelentős részében még mindig az eredeti irányt tartja, és valahol hirtelen közel függőleges esésbe megy át
- minél nagyobb a test, annál messzebb jut, és annál rövidebb ideig tartózkodik a levegőben.

A szelek hatásának figyelembevétele pedig azzal a meglepetéssel szolgált, hogy (persze a kezdőfeltételektől és a szél erősségétől is függően) akár sok száz méterrel is képes eltávolodni a leesés helye az eredeti (szélmentes) esethez képest – bármely irányba. Ez a terepi keresés számára kardinális. (13. ábra)

A 2015. április 6-i esti (húsvéti) robbanó tűzgömb sötétrepülésének modellszámításai. Fent: különböző méretű darabok magassága a haladás irányában mért távolság függvényében (Jäger Z. futtatásai szelek nélkül), ill. (lent) az előző ábra koordináta-rendszerében egy 10 cm átmérőjű darab esésének magasság- $x$  koordináta függése különböző kezdősebességek esetén; legtávolabbra 10,3 km/s kezdősebességgel jut a test (a szerző futtatásai a valós szélviszonyok tekintetbevételével)



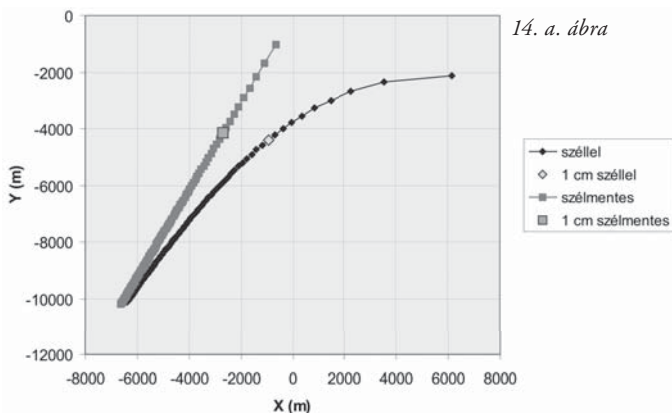
13.a. és b. ábrák



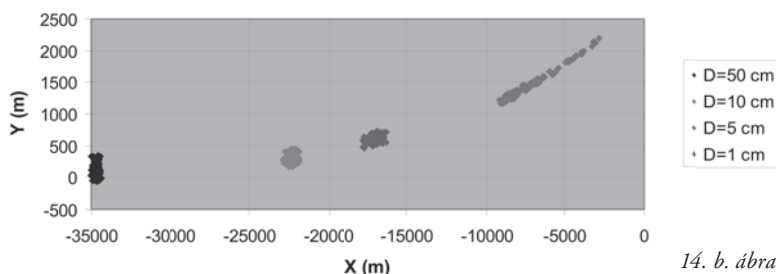


Végül több száz vagy több ezer futtatásból előállítható az adott tűzgömbből származó törmelékfelhő talajszinti szétszóródásának szimulált képe. Ez többnyire valamilyen irányba elhajló, változó (általában 300-500 m) szélességű sáv, és akár 20-30 km hosszú is lehet az 1 cm-nél is kisebb daraboktól a több tucat cm-es darabokig tekintetbe vett mérettartomány leesési helyei között. Sajnos ez nem jó hír a meteoritvadászok számára.

A jelenlegi modellek nem veszik figyelembe a Coriolis-erő hatását (próbaszámolások szerint ez elenyésző az egész folyamat közelítéseiből és a bemenő adatok bizonytalanságából adódó hibák hatásához képest), valamint nincs információ a vertikális irányú légsebességekről – azokat nullának kell feltételeznünk, mert a meteorológiai adatok sem tartalmazzák. A feltárt szórásmezőkön talált meteoritdarabok statisztikája azt mutatja, hogy a meteoritok alakjára a gömb alakhoz képest sokkal realisztikusabb lenne a repülés irányában parabolikus alakkal való közelítés, amennyiben nagyobb magasságban történik a dezintegráció. Az alacsony magasságban történt széttöbbanásból származó darabok pedig teljesen szabálytalan alakúak is lehetnek. Ez pedig további bizonytalanságot hoz a leesés helyeit illetően. A program egyelőre nem számol a hulló törmelékfelhőn belüli ütközésekkel sem – de az csak a szóráskép finomabb részleteiben okozhat eltéréseket. Kevés információ áll rendelkezésre a sötét repülést megkezdő test(ek)ről – a széttöredezés mechanizmusát illetően: sok darab esetén ezek egyes kezdeti paraméterei mennyiben térhetnek el egymástól és a széttöredezés előtti értékektől? Amint a kutatások konkrétabb állításokat tudnának megfogalmazni a fragmentációról, lehetne finomítani a modelleket. Egyelőre a rendelkezésre álló alig 22 szemtanús, feltárt szórásmezős hullás sem tekinthető



14. a. ábra



14. b. ábra

14. a. ábra: a „Húsvéti tűzgömb” szórásmezeje 0,1-10 cm közötti 1-1 db testtel számolva – a szélmentes és valós szélviszonyokkal számolt földet érési koordináták összehasonlítása, a 12. ábra koordináta-rendszerében. 14. b. ábra: a 2018. április 8-i robbanó tűzgömb szórásmezejének hozzátétőleges modellezése, négy mérettartományba eső törmelékre

elegendőnek általános, statisztikailag elfogadható súlyú következtetések levonásához.

A legutóbbi vizsgált tűzgömb adataival számolva, a hipotetikus 10 cm-es darabok szétszóródás miatti átlagos távolsága 30-40 m egymástól (14. ábra). Kétméterenként csatárláncba álló tízfős keresőcsapat simán „átsétál” két darab között. A kisebb méretű törmelékek még távolabb kerülhetnek egymástól, azonban azok darabszáma valószínűsíthetően sokkal több lehet, mint a nagyobb daraboké (általában hatványfüggvényt követ az eloszlás). Modellezésünk során ezt is próbáljuk követni.

Végül – a bemutatott hazai kísérletek irodalmi kontrolljaként bemutatjuk a világ néhány, alaposan feltárt, feltérképezett meteorithullás-mezőjének képét, amelyek tapasztalatilag is igazolják szimulációs programunk helytálló következtetéseit.

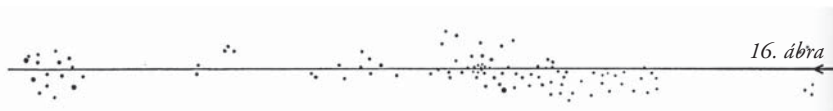


15. ábra

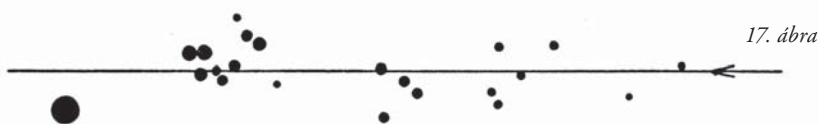
Plainview (Texas, 1917): kb. 900 db-ot találtak – a szórásmező hossza 42 km, szélessége 5,6 km (15. ábra). A pontok mérete arányos az ott megtalált darabok tömegével (összesen 700 kg-ot gyűjtöttek). A berajzolt érkezési irány a szemtanúk elmondása szerinti – de mind ez, mind a szaggatott vonal szerinti

pálya (földfelszíni vetülete) helytelen lehet, az akkoriban még nem létező sötétrepülési számolások hiányában csak durva becslés. A cikkünkben bemutatott modellezés értelmében sokkal inkább a legnagyobb darabok által kijelölt egyenes irányában jött a meteor, jobbról balra – és a magasabb légrétegek szelei az eredeti iránytól bal felé sodorták el a kisebb darabokat, változó mértékben. Valószínűsíthető, hogy a legkisebb darabok sokkal nagyobbban várt szóródási területét valamiért nem tudták, vagy nem akarták átvizsgálni, mert túl kis területről árulkodik a térkép.

Pasamonte (Új-Mexikó, 1933): kb. 100 db – a szórásmező hossza 45 km, szélessége 5,6 km. Az érkezési irány azért bizonytalan, mert alapvetően kicsi darabokat találtak – az össztömeg alig 5,1 kg (16. ábra).



Leedey (Oklahoma, 1943): 26 db – a szórásmező hossza 34 km, szélessége 5,6 km. Az érkezési irány szintén kérdéses modellünk értelmében inkább a legnagyobbakra fektetett egyenest mondanánk – az össztömeg egyébként 51,5 kg (17. ábra).



Richardton (Észak-Dakota, 1918): kb. 100 db – a szórásmező hossza csak 18 km, szélessége 3,6 km. A begyűjtött darabok össztömege kb. 90 kg. Érdekes, hogy a kisebb darabok több mérettartományban is „megelőzték” a nagyobb darabokat (18. ábra). Ez a több magasságban is a meteor eredeti mozgásirányában (hátról) fújó szelek következménye, teljesen érthető és modellezhető.



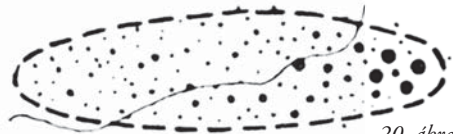
Johnston (Colorado, 1924): 35 db – a szórásmező hossza 16 km, szélessége 3,2 km. A begyűjtött darabok össztömege 40,3 kg. Észrevehető, hogy a méret szerint jól elkülönülnek a lehullott darabok, de pontosan az érkezési irányra tükrözve. Ez a valamennyi légrétegben „hátról” fújó szél hatása (19. ábra).



19. ábra

Végül pedig egy példa az eddigi összes (modellezett és valódi) szórásmezőktől eltérő alakra:

Holbrook (Arizona, 1912): kb. 16 000 db (még 100 évvel a hullás után is találtak darabokat) – a szórásmező hossza kevesebb mint 5 km, szélessége is alig több mint 1,5 km. A begyűjtött összes tömeg kb. 220 kg. Az irodalom eléggé jól körülhatároltan ellipszoidális területre korlátozódónak írja le, és a rendkívül nagy darabszám indokoltta is teszi ennek hihetőségét – nyilván kerestek az ellipszisen kívül is, de ott már nem találtak semmit (20. ábra). Az ilyen típusú szórásmezőt modellünkben nem könnyű szimulálni. Ahhoz, hogy ilyen kis területen szóródjanak a kisebb és nagyobb darabok, az kell, hogy viszonylag meredek szögből érkezzen a tűzgömb, és rendkívül alacsony magasságban robbanjon szét (ráadásul nem túl nagy szétesési oldalirányú sebességekkel). A modell egyetlen tulajdonságáról nem tud egykönnyen számot adni: a kisebb darabok irányába egyre jobban szét kellene nyílnia a szórásképnek – míg a valóságban visszazárul ellipszissé. Talán a szétesés utáni darabok tömeg szerinti eloszlásának sajátosságaival beállítható ez a szóráskép is – tervünk a jövőben az ismert, jól leírt szemtanús hullások szórásképeinek újra modellezése is.



20. ábra

### Hogyan tovább? – hazai szórásmezők terepi kutatása

Szinte valamennyi fentebb bemutatott, klasszikus, jól tanulmányozott szórásmező L5-6 és H5 kondrit hulláshoz tartozik. Hazánkban a legutóbbi időkben megtalált 2 meteorit (Kölked és Csátalja térségében) szintén H4-5. Tekintve,

hogy kőmeteorit nyilvánvalóan nem tudja egy darabban túlélni a légkörön keresztül történő repülést, így mind a kölkedi, mind a csátaljai minta remélhetően egy (vagy két) hipotetikus szórásmező része lehet. A közeljövőben támogatást kívánunk szerezni felszín alatti darabok keresésére is. A stratégia minél szélesebb, a talajon kerekeken gördíthető talajradar alkalmazását is tartalmazza – ami viszont jelentősebb anyagi támogatást feltételez. A célterületek kiválasztása a térség ugaron hagyott részeire koncentrál – mert a mezőgazdasági munkaterületeket nem lehet bolygatni, de a növekvő gabona amúgy is megakadályozza az ilyen technológia alkalmazását (21. ábra).



21. a. és b. ábrák

*Az első ismert, és jól dokumentált próbálkozás hazai meteorit-szórásmező-feltárására: ELTE geofizikusok a csátaljai meteorit helyszíne körüli területet készítik elő a felméréshez (balra, 2015. március 16.), ill. fémkeresős szkennelés (Gligorovics T. és a szerző, 2015. április 14.)*

A fotó- és filmfelvételekkel dokumentált hullások feltárásában nagyobb tapasztalattal rendelkező cseh és szlovák csillagászok egyik példája mutatja, hogy még nehéz (hegyi, erdős) terepen is lehetséges kisebb meteoritdarabok megtalálása akár 10 évvel a hullás után is. Ezért az 1. táblázatban szereplő legkorábban robbant tűzgömb repülési adatait is újra kívánjuk analizálni az akkori széladatok figyelembevételével, és kísérletet teszünk a megtalálásra. A későbbi, de eddig még nem modellezett hullások sötét repülését is kiszámoljuk, és a meteoritok ismételt keresésével próbálkozunk. A pilisi hullás feltételezett területén szlovák kollégák irányításával és a mi irányításunkkal is jártak kinn keresőcsoportok – de eddig eredménytelenül (22. ábra). Feladni azonban még nem érdemes, az újabb számolásoktól új, valószínűbb területek megjelölése várható.

A témát folyamatosan követők számára azonban a legizgalmasabb nyilván a jövőben robbanó tűzgömbök minél pontosabb dokumentálása, és a keresési terület lehető leggyorsabb meghatározása, hogy minél hamarabb sor kerülhessen

az esetleg lehullott meteoritok begyűjtésére. Ehhez a jelenlegi meteorkamera-rendszer nem alkalmas – ugyanis a kamerák érzékenységei éppen hogy a halványabb (legfeljebb  $-2$  –  $-5$  magnitúdós), tipikus sebességű meteorok rögzítésére és pályameghatározására optimalizáltak. A lassúbb és sokkal fényesebb tűzgömbök telítésbe viszik a kamerákat, az olcsóbb optikák és kamera belső szerkezetében szórt fény további minőségromlást jelentenek az egyes képeken – csak matematikai és szoftveres trükkökkel lehet egyáltalán koordinátákat kiolvasni ilyenkor, és azt is csak nagy hibával. Ezért új szempontok szerinti kamerák megépítésével és telepítésével kell próbálkozni. A türelemnek nagy szerepe lesz, hisz láttuk: átlagosan 2 évet kell várni egyetlen eseményre. Ugyanakkor ez a szépsége is a dolognak, valamint a kiemelkedő értékét is ez adja a remélt eredménynek.



22.a. és b. ábrák

*Példák a legutóbbi időszak nevezetesebb robbanó tűzgömbjei utáni vizuális keresésekre: balra a „pilisi tűzgömb” (2013. augusztus 24.) feltételezett hullási területének átvizsgálására készülő MCSE szervezésű akció (2013. szeptember 1.); jobbra a Balatontól DNy-ra fekvő területek felett 2018. április 8–án elrepült tűzgömb darabjainak keresése Kereszty Zs. szervezésében, 2018. április 18–21. (Fotók: MCSE; Kereszty Zsolt)*

## Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki mindazoknak, akik az elmúlt években munkájukkal, idejükkel segítették a terepi meteoritkereséseket (csak néhányukat megnevezve: Novák Richárd a Bükk Nemzeti Park részéről, Dr. Lenkey László és hallgatói az ELTE Geofizika Tanszék részéről, Kövágó Gábor, Gligorovics Tibor). A cikkben már említett személyeken felül külön megemlítenéd a tűzgömbökből származó hullások felderítési projektjének további fontos oszlopai Dr. Csizmadia Szilárd (Institut für Planetenforschung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Berlin), Jäger Zoltán (SZTE Bajai Observatórium),

Kereszty Zsolt és Zelkó Zoltán, akik speciális kamerák telepítésével, üzemeltetésével, adatfeldolgozással, képek és videók kalibrálásával nélkülözhetetlen segítséget nyújtottak valamennyi említett hazai eset feltárásában. Csizmadia Szilárd és Jäger Zoltán ezeken felül a meteorjelenség fizikai vizsgálatában, matematikai modellezésében is alapvető részt vállaltak. Kereszty Zsolt továbbá a meteoritgyanús minták állandó ellenőre, e téren szerzett nagy tapasztalata alapján. Végül pedig köszönet a Pannon Kft. vezetőinek, a Szalai családnak, a tulajdonukban lévő csátaljai területek feltárásának engedélyezéséért és folyamatos segítségével.

### Referenciák

- Astronomicheskii Khalendar (Postoyannaya Chasty), 1981, Ed.: V. K. Abalakin, Nauka, Moskva, p. 394.
- EDMOND adatbázis: <https://www.meteornews.net/edmond/edmond/edmond-database/>
- Hegedüs, T., Csizmadia, Sz., Zelkó, Z., Kereszty, Zs., Bíró, Zs., 2015, Proc. of the IMC, Mistelbach, Austria, 27–30 August, 2015, p. 130.
- Hegedüs, T. et al., 2018, in Proceedings of IMC, Petnica, Serbia, 21–24 August, 2017, p 206–209
- Hegedüs, T. et al., 2019, in Proceedings of IMC, Pezinok, Slovakia, 30 August–2 September, 2018
- Middlehurst, B. M., Kuiper G. P. (eds), 1963, The Solar System (Vol. 4.) – The Moon, Meteorites and Comets, Univ. Chicago Press, p. 166.
- Roggemans, P., 2017, <https://www.meteornews.net/2017/05/02/variation-in-heights-of-cams-meteor-trajectories/>
- Silber, E. A. et al., 2018, Adv. Space Res. 62, 489–532.
- Ulusoy, T., 2016. <http://pages.cpsc.ualgary.ca/~ttulusoy/Meteorites.html>
- Vinnikov, V. V., Gritsevich, M. I., Turchak, L. I., 2016, AIP Conference Proceedings 1773, 110016.
- Watanabe, J.-I., 2012, <http://prc.nao.ac.jp/extra/uos/en/no09/>

## PLACHY EMESE – MOLNÁR LÁSZLÓ

### Ég veled, Kepler!

Hogy van-e élet más bolygókon, azt még nem tudjuk, de mára azt már biztosan tudjuk, hogy rengeteg bolygó létezik a Naprendszeren kívül. Valójában most már úgy gondoljuk, hogy több bolygó van az Univerzumban, mint csillag, és ezek egy része hasonló a Földhöz. Azt, hogy ez a sejtés tudományos ténynévé vált, annak az űrtávcsőnek köszönhetjük, amely nevét a bolygómozgás törvényeit felfedező csillagászárról, Johannes Keplerről kapta. A Kepler-űrtávcsővel tett felfedezések azonban nem csak a távoli csillagok körül keringő bolygókról szólnak, korszakalkotó, új tudásra tettünk szert a csillagászat számos további területén is, és a munka még messze nem ért véget. Az alábbiakban a pályára állás óta eltelt tíz év tudományos eredményeiből válogatunk.

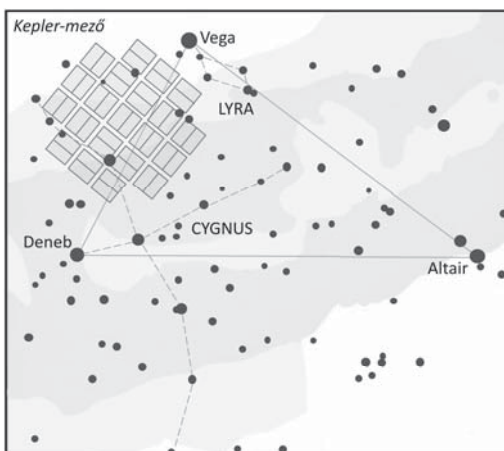
### Előkészületek

A Kepler útja nehezen indult. Bár a 80-as években már egyértelművé vált, hogy Föld típusú bolygók felfedezéséhez szükséges pontosságot csak egy űrben lévő távcső képes teljesíteni, a misszió ötletét mégis négyszer vetette el a NASA. Több ezer csillag szimultán észlelése kivitelezhetetlennek tűnt, és ekkor még a megfelelő pontosságú detektorok sem léteztek. Fotométerekkel nem lehetett az ötletet megvalósítani. Azonban már akkor is látszott, hogy a fényváltozások folyamatos méréséből a tudományos közösség széles köre profitálhat, így Bill Borucki, a misszió atyja és csapata nem adta fel. A fejlesztés éveken keresztül zajlott, bebizonyították, hogy a CCD-detektorokkal már elérhető a szükséges pontosság, a csillagok ezreinek egyszerre mért adatait ki is lehet nyerni, és az űrbeli használatról is voltak tapasztalatok. Az űrtávcső helyzetét eredetileg a Nap–Föld gravitációs rendszer egyik Lagrange-pontja körül képzelték el, ám ezt végül elvetették. A Nap körüli pályára állítás jelentősen olcsóbb ötletével már belefért a projekt a NASA Discovery programjának költségvetésébe. Végül sikerült a misszió körüli összes kételyt eloszlatni és 2001 decemberében zöld utat kapott. (Borucki et al., 1985, 1999, 2001; Koch et al. 2000; Benkő & Szabó, 2010)



A misszió elsődleges célja Föld-típusú bolygók felfedezése volt Nap-típusú csillagok lakható zónájában, hogy meghatározhassák ezek gyakoriságát. A bolygó, miközben tőlünk nézve elhalad csillaga előtt, annak egy kis részét eltakarja, így a csillagot a bolygóátvonulás alatt halványabbnak látjuk. Hogy mennyivel lesz halványabb, az a csillag és a bolygó méretétől és a csillag fényességétől is függ. Abból a távolságból például, ahonnan a Nap 12 magnitúdós csillagnak látszik, a Föld fedése egy 84 milliomod magnitúdós halványodást okoz. Így képzeletbeli távoli szomszédainknak legalább 20 millimagnitúdós pontosságra van szükségük, hogy kimérjék a Föld átvonulását. Ám legalább három fedést észlelniük kell, hogy ki tudják számítani a Nap–Föld rendszer méreteit, és ehhez legalább négy évig folyamatosan figyelniük kell minket. Pontosan ez volt a koncepciója a Kepler-missziónak: négyéves folyamatos precíz fényességmérés több mint százezer törpecsillagra, hogy a mienkhez hasonló bolygókat megtaláljunk.

A megfigyelendő terület kiválasztásánál a következő kritériumokat vették figyelembe. Legyen a terület olyan, amely egész évben mérhető, minimális szórt fénnel a Nap irányából. Legyen az északi égbolton, mert a földi kiegészítő észleléshez szükséges infrastruktúra északon található. Legyen csillagokban gazdag a terület, a Galaxis síkjától nem messze, de ne is túl közel, és lehetőleg minél kevesebb kettőscsillagot tartalmazzon, azok ugyanis hamis pozitív detektálást jelenthetnek. Ezek a kritériumok behatárolták a területet a Cygnus és a



1. ábra: a Kepler-misszió látómezője a Hattyú és a Lant csillagkép határán. (Forrás: D. Koch)

Lyra csillagképek határán, amelynek végső pozícióját úgy választották, hogy a fényes, a felvételeken szaturált csillagok közül minél több essen a 21 CCD-modulból álló detektor részeibe (Koch et al. 2005). Minden egyes CCD-modul két, egyenként  $2200 \times 1024$  pixel felbontású CCD-ből áll, egy modul pedig 5 négyzetfokos területet fed le az égen. A teljes látómező így durván  $10 \times 10$  fokos, azaz több mint 500 teliholdnyi (1. ábra). A

távcső maga egy 1,4 m átmérőjű Schmidt-távcső (2. ábra). Az űreszköz megépítése 2006-ig tartott, de az indítást költségvetési okokból többször elhalasztották. Az indításra végül 2009. március 7-én, a floridai Cape Canaveral Légibázisról került sor. Az űreszközt olyan pályára állították a Nap körül, amelyen a Kepler a Földtől kissé lemaradva 372,5 nap alatt tesz meg egy keringést. Ez a pálya igen előnyös, mivel a Föld gravitációs és mágneses mezeje itt már nem fejt ki jelentős forgatónyomatékokat az űrtávcsőre, így könnyebb az állandó látómező irányában tartani, és a Föld és a Hold szórt fénye sem zavarta a 2009 májusában kezdődött tudományos méréseket (Koch et al., 2004).



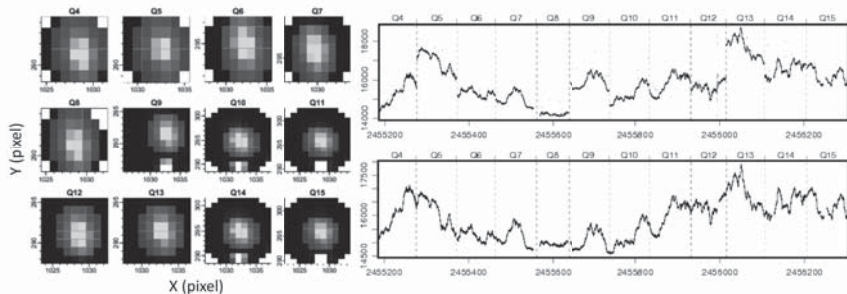
2. ábra: a Kepler-űrtávcső felépítése.  
(Forrás: NASA Ames/Ball Aerospace)

## Missziók

A Kepler-missziót eredetileg 3,5 évre tervezték a következő konkrét célokkal: meghatározni, hány Föld méretű, vagy nagyobb bolygó van a csillagok (elsősorban a Naphoz hasonlók) lakható zónájában, vagy annak közelében, meghatározni a bolygók méretét és pályájukat, újabb tagokat keresni a rendszerekben és megbecsülni a többes bolygórendszerek számát, valamint megállapítani a gazdacsillag tulajdonságait, és ha lehet, a bolygók sűrűségét és így a lehetséges összetételét.

Az előre kiválasztott célcillagok megfigyelésére kétféle mintavételezéssel volt lehetőség, 30 perces, illetve 1 perces időfelbontással. Ez utóbbit azokra a csillagokra tartották fenn, amiknél a gyors változások miatt sűrű mintavételezés szükséges. Az exobolygó-jelölt csillagok mellett asztroszeizmológiai célpontokat is válogattak. Az asztroszeizmológia tudománya a csillagok rezgéseit használja a fizikai tulajdonságok meghatározásához. Ezek a rezgéseket fényváltozások formájában látjuk, amelyek igen gyorsak is lehetnek, például a Napon 5 perces felszínközeli akusztikus oszcillációkat figyelhetünk meg. A célpontok kiválasz-

tására és az adatok vizsgálatára megalakult a Kepler Astero seismic Science Consortium, röviden KASC. A KASC tagjai jellemzően pulzáló vagy oszcilláló csillagokkal foglalkozó csillagászok, különböző témák szerinti munkacsoportokba tömörülve, összességében több száz, főként európai kutató. A megfigyelt körülbelül 170 ezer csillagot a Kepler Input Catalog (KIC) tartalmazza, mindegyikük egy 7 jegyű azonosítószámmal. A célcstellagokra fényességüktől függően néhány különböző méretben maszkokat definiáltak, alakjuk miatt ezeket bélyegképeknek (postage stamp) is nevezik. A korlátozott telemetria miatt csupán ezeknek a bélyegképeknek az adatai érkeztek a Földre, a teljes látómező képének letöltésére havonta csak egyszer volt lehetőség. 52 ilyen Full Frame Image (FFI) kép származik a Kepler-misszióból, amelyeken egyébként 4,5 millió csillag látszik. Az adatletöltés havonta történt, ilyenkor a távcső néhány órán át nem gyűjtött adatokat. Ezek, illetve a biztonsági módban töltött időszakok miatt a fénygörbék nem teljesen folytonosak. De ennél nagyobb problémát okozott az adatok negyedéves ciklusa, a távcsövet ugyanis negyedévenként 90 fokkal el kellett fordítani a tengelye körül, hogy az energiaellátást biztosító napelemeket megfelelő mennyiségű fény érje. Egy űreszköz tervezésnél fontos szempont, hogy minél kevesebb mozgó alkatrészt tartalmazzon, a forgatás következtében viszont a csillagok képei teljesen máshova kerültek a detektoron. A CCD-pixelek érzékenységi különbségének kellemetlen mellékhatása, hogy az ugyanarról a csillagból gyűjtött átlagos fluxus és a fényváltozás mértéke is minden negyedév adatában más, így a negyedévek adatainak összeillesztése komoly kihívást jelent (3. ábra). Az adatokat a letöltés után a NASA Ames Research Center (ARC) dolgozta fel, és kalibrált fénygörbéket, valamint ún. „target pixel file” (TPF) képeket adott közzé negyedévenként. Ez utóbbiak alkalmasak arra,



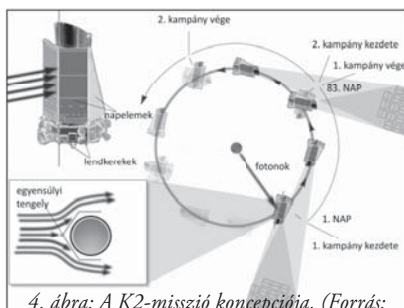
3. ábra: A negyedévenként különbözőképpen definiált maszkok és a fénygörbe-diszkontinuitások korrekciója. (Forrás: Edelson et al., 2014)

hogy bárki saját fotometriát készítsen, tetszőleges apertúrával. Az adatok kezdetben nem voltak szabadon elérhetőek mindenki számára, a KASC-tagok prioritást élveztek, az exobolygó-jelölteket pedig az ARC-ben elemezték.

Sikeres misszió lévén a kutatók a hosszabbításban is reménykedhettek: ezt 2012-ben meg is ítélte a NASA, további 2+2 évre való anyagi fedezettel. A misszió a 17. negyedévében azonban bajba került. Négy giroszkópjából egy már korábban tönkrement, 2013. május 8-án viszont egy második is. Hamar kiderült, hogy a lendkerék többé nem mozdítható. Két megmaradt lendkerékével a távcső térbeli helyzetének állandósága csak két tengely mentén biztosítható, a harmadik tengely mentén elmozdul. Lendkerékcseré természetesen szóba sem jöhetett, ekkor már a távcső egyébként is fél csillagászati egységre volt lemaradva a Földtől.

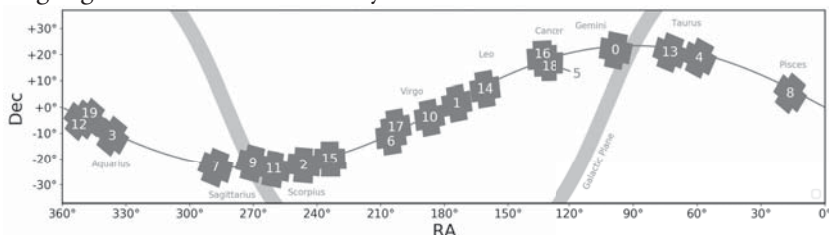
Adott volt tehát egy egyik irányban nem stabilizálható, egyébként teljesen kifogástalanul működő űrtávcső, amely addig soha nem látott pontosságú fotometriai adatokat képes szolgáltatni, és amelynek támogatását éppen meghosszabbították. Mindenki egyetértett abban, hogy kár lenne veszni hagyni, ki kell dolgozni egy új küldetést. Az is biztató volt, hogy a megmaradt két giroszkópnál nem mértek anomális viselkedést és megemelkedett sűrűlódást. Így a tudományos közösség összefogott, és 42 különböző javaslatot nyújtott be a NASA-nak a távcső megmentésére. Az ötletek egy része új tudományos programokat, másik része technikai trükköket, számításokat tartalmazott a korlátozott képességű távcső optimális kihasználásához.

Végül megszületett a döntés, és K2 misszió néven a távcsövet újra munkába állították. A terv lényege az volt, hogy a távcső stabil pozícióját a két megmaradt lendkerék mellett a harmadik irányban a napszél nyomása biztosítsa. A konfiguráció a látóirányt is kijelölte, amelynek a távcső keringési síkjában, tehát gyakorlatilag az ekliptikában kell lennie. Ahhoz, hogy a napfény mindig oldalról, a napelemek felől érje, a pozícióját időnként módosítani kellett. Így 75-80 napig lehetett egy égitestet megfigyelni: ezeket kampányoknak nevezték el (4. ábra). Egy rövid tesztelési időszakot követve a K2 misszió 2014. március 8-án kezdődött a 0. kampánnyal, 2018. szeptem-



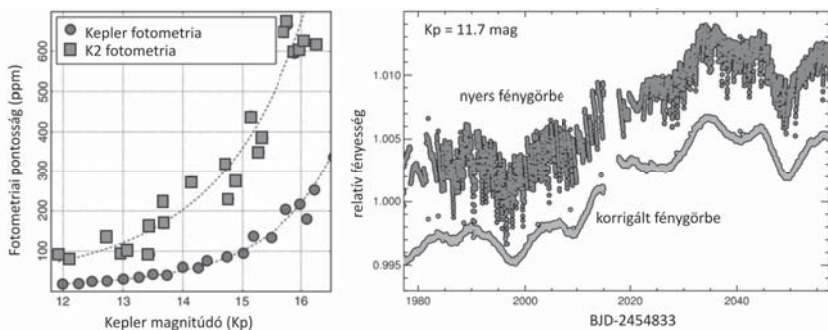
4. ábra: A K2-misszió koncepciója. (Forrás: NASA Ames)

ber 26-án pedig, a 19. kampány közepén az üreszköz üzemanyagának elfogyásával ért véget (5. ábra). A kényszerűségből választott megfigyelési program óriási tudományos potenciált tartalmazott és hihetetlenül sikeressé vált. A távcső látómezőjének változtatásával a megfigyelhető csillagok száma megsokszorozódott. Bár az eredeti cél, a Földhöz hasonló bolygók keresése lehetetlenné vált, számos más tudományterület húzott hasznot. A K2 misszióban a pályázási és az adatkibocsátási eljárás is változott: nem voltak többé központilag kijelölt célpontok, viszont a vendégészlelői (Guest Observer) programon keresztül bárki javasolhatott célcillagokat, tudományos érdeklődése szerint. A pályázatokat szakmai elbírálás során válogatták ki, az adatok pedig rögtön mindenki számára nyilvánosak lettek.



5. ábra: K2-kampányok látómezői az ekliptikán. (Forrás: Nasa Ames/ Kepler & K2 Science Center)

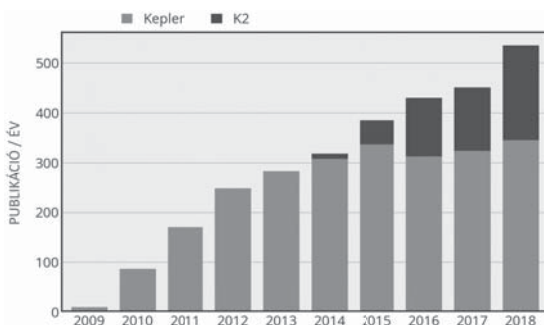
Kampányonként körülbelül 20 000 csillag mérésére volt kapacitás, egyes sűrűbb csillagmezőkön pedig nagyobb összefüggő területet is megfigyeltek. A kétlendkeres üzem mód miatt a fotometriai pontosság csökkent. A széles sávú, lényegében fehér fényben történt fotometria során a Kepler-magnitúdóban (Kp) mért adatok hibája az eredeti misszióban milliomod nagyságrendű volt, a K2-misszióban a halványabb csillagokra ez a hiba már jelentősen meg-



6. ábra: Fotometriai pontosság a K2-misszióban. (Forrás: Howell et al. (2014), A. Vanderburg)

nőtt (6. ábra). További problémát jelentett, hogy a távcsövet érő forgatónyomaték miatt 6 óránként kiigazító manőverekre volt szükség: ez azt eredményezte, hogy a csillagok képe a CCD-n lassan elmozdult, majd 6 óra múlva visszaugrott. Az elmozdulás 1-2 pixelt, azaz 8-16 ívmásodpercet tett ki, ami fura szisztematikus hibát vitt a fénygörbékbe. Több megoldás is született ennek korrigálására, de a mai napig nem készült olyan eljárás, amely az összes csillagra tökéletes fénygörbét adna. Különösen problémásak azok a csillagok, amiknek a fényváltozási periódusa 6 óra körüli vagy annak többszöröse, és a pozícióugrások hatásához hasonlóan éles vagy hegyes a fénygörbéjük.

A nehézségek további ecsetelése helyett azonban nézzük az eredményeket! A Kepler mérésein alapuló publikációk száma 2019-re meghaladta a háromezretet (7. ábra). A Kepler-adatokkal foglalkozó csillagászok száma a publikációk szerzőit számba véve körülbelül 5500. 2018-ban naponta 1,6 cikk született a Kepler és a K2 missziókból, és bár az űrtávcső már nem működik, a publikációs aktivitás várhatóan még sokáig fog tartani. Lássunk az eddigi eredményekből néhány izgalmas vagy kiemelkedően fontos témát!



7. ábra: A Kepler-űrtávcsőhöz kapcsolódó publikációk száma évenként. (Forrás: Nasa Ames/ Kepler & K2 Science Center)

## Az exobolygóforradalom

A Keplerrel tehát a fő cél az volt, hogy meghatározzák, milyen gyakoriak a Földhöz hasonló méretű bolygók a Nap típusú csillagok körül. Vagyis nem egyszerűen csak érdekes naprendszereket kellett felfedezni vele, hanem össze kellett gyűjteni egy nagy és lehetőleg egységes mintát, amelyből ilyen statisztikai adatok kinyerhetők. Ez azt is jelentette, hogy az exobolygók keresése a fénygörbékben csak az egyik része volt a munkának. Ugyanilyen fontos volt, viszont sokkal kevésbé volt látványos a végtelen mennyiségű tesztelés is, hogy kiderüljön, milyen bolygókat lenne képes egyáltalán felfedezni: vagyis, ha egy adott méret

vagy csillagtípus esetében kevés bolygót látunk, az azért van-e, mert tényleg kevés van belőlük, vagy mert azokat már nem tudja kimutatni az űrtávcső.

Ennek egyik fontos lépése volt például, hogy a Kepler négyéves adataiból előállított végleges katalógust teljes mértékben számítógép állította össze. A Robovetter nevű szoftverbe persze bele volt építve a csillagászok összes addig gyűjtött tapasztalata, de ez a módszer garantálta, hogy mind a 170 000 csillag adata ugyanúgy volt kiértékelve, és egyetlen bolygójelölt sorsa sem függött attól, hogy a fénygörbére néző kutatónak éppen jó vagy rossz napja volt. Az így összegyűjtött 4034 bolygójelölt biztosan nem az összes, amit ki lehetne édesgetni az adatokból, de statisztikai vizsgálatokra ez az összeállítás a legalkalmasabb. A feladat nehézségét viszont jelzi, hogy csak 48 bolygójelölt esik a leginkább keresett kategóriába: a lakható zónának megfelelő távolságban keringő, kisméretű bolygók közé (Thompson et al., 2018). Nem is csoda, hogy meglehetősen tág határok között mozognak a gyakoriságra adott becslések: különböző szerzők 10 és 34% közé teszik azt, vagyis minden tizedik, de az is lehet, hogy minden harmadik, Naphoz hasonló, G-K színképtípusú törpecsillagnak van kicsi, tehát jó eséllyel csak kőzetből álló bolygója a lakhatósági zónában. Sőt 2-6% esetében akár egynél több is. Fontos viszont, hogy a lakhatóságot itt a lehető leglazább értelemben kell venni, ez itt csak annyit jelent, hogy ideális körülmények között lehet folyékony víz a felszínükön (Hsu et al., 2019; Zink & Hansey, 2019).

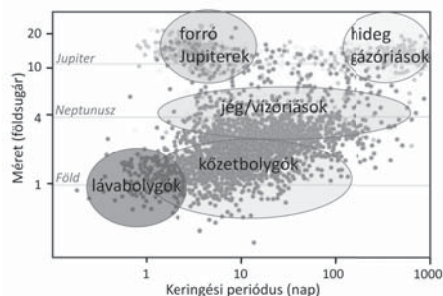
A fő cél ugyan ezeknek az összesítő számoknak a kinyerése volt, de több ezer bolygórendszer felfedezése több mint elegendő volt arra, hogy rengeteg újdonságra is fény derüljön. Az hamar kiderült, hogy eddig csak a felszínt kapargattuk: a forró jupiterek és általában a nagyon rövid periódusú és-vagy nagyon nagy méretű bolygók ritkák. Viszont már pusztán a bolygók méreteloszlásából is adódott egy megdöbbentő felfedezés: kiderült, hogy a csillagokhoz közeli bolygók között a szuperföldek és minineptunuszok a leggyakoribbak. És éppen ezek, a Földnél nagyobb, de az Uránusznál és Neptunusznál kisebb bolygók hiányoznak teljesen a mi Naprendszerünkben, így nincs is igazán támpontunk arra, hogyan is nézhetnek ki közelről. Ennek kiderítése még a jövő feladata lesz. De ugyanígy, a csillagjukhoz extrém közel keringő, részben olvadt kőzettel borított lávabolygók is ismeretlenek felénk (8. ábra).

Sok bolygóról az is kiderült, hogy nincsenek egyedül, a bolygórendszerek pedig egy gordiuszi csomót is átvágtak. Eleinte reménytelennek tűnt, hogy a több ezer bolygójelöltnek akár töredékét is sikerüljön megerősíteni, vagyis pél-

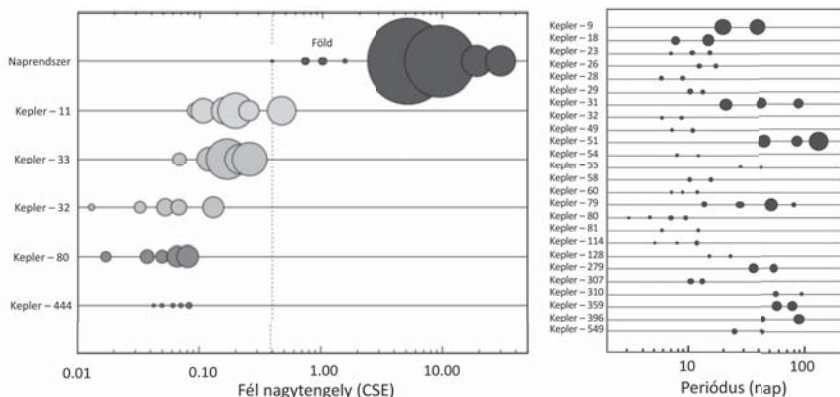


dául radiálissebesség-mérésekkel igazolni, hogy valódi, bolygónyi tömegű kísérővel van dolgunk. Míg egyetlen fedési jelnél még felmerülhet, hogy valami nagyon hasonló, hamis pozitív jelenséggel, például egy ugyanarra látszó fedési kettőscsillaggal van dolgunk, addig két, három, vagy még több tranzit esetén ennek a valószínűsége nagyon gyorsan nullára zuhan. Sőt hamar kiderült, hogy a többszörös rendszerekben a bolygók tömege is megmérhető, drága és időigényes spektroszkópia nélkül. Az egyes bolygók ugyanis mind mozgatják a közös tömegközéppont körül, sőt egymás mozgására is hatással vannak, ez pedig a látott fedések időpontjainak ide-oda csúszkálását okozza. Ezek a tranzitidőpont-változások lehetővé teszik a bolygók tömegének becslését. Sőt annyira fontosnak bizonyultak, hogy a bolygókereső algoritmust is módosítani kellett, hogy megengedjen némi szabálytalanságot a fedések ismétlődésében, különben egyszerűen kizárta volna az ilyen a többes rendszereket.

A többes rendszerek rengeteg hasznos információval szolgáltak (9. ábra). Kiderült, hogy az összetettebb rendszerek általában hasonlítanak a Naprendszerre: igen gyakran közel egy síkban keringenek, és hozzánk hasonlóan, a legtöbb esetben a kisebb bolygók keringenek belül, a nagyobbak kívül – bár példát



8. ábra: Exobolygótipusok. (Forrás: NASA Ames)



9. ábra: Példák exobolygórendszerekre. (Forrás: Campante et al. (2015); Millholland et al. (2017))



ennek ellenkezőjére is sikerült találni. A többes rendszerekkel „láthatatlan” bolygókat is sikerült felfedezni. Olyan égitesteket, amik maguk ugyan nem okoztak fényességsökkenést, de gravitációjuk ide-oda rángatta a fedő bolygót, és az időeltolódások mégis felfedték a jelenlétüket. A többes jelző igazából nem korlátozódott a bolygókra: a Keplerrel sikerült felfedezni az első, kettőscsillag körül keringő bolygókat is. A NASA-nál megadták a módját ennek bejelentésekor: a sajtótájékoztatón helyet kapott az Industrial Light & Magic cég egy képviselője is, aki örömmel konstatálta, hogy igazuk volt, amikor 1977-ben megalkották a Tatuin rendszert a Csillagok háborúja számára. Ezek a rendszerek tényleg hasonlítanak a filmbéli elképzelésre, ahol egy szoros kettőscsillagot kerülget a bolygó. Persze ilyenkor a beérkező sugárzás a csillagok helyzetétől függően nagyon erősen tud ingadozni, így a kettőscsillagok körül meghatározott lakhatósági zóna komolyságát a szokásosnál is óvatosabban kell kezelni.

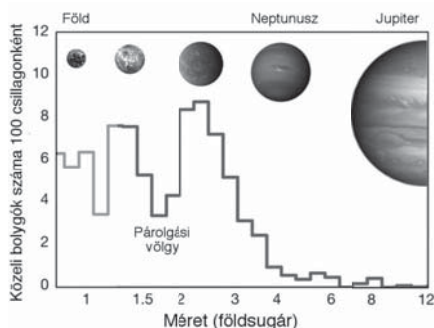
Nemcsak a bolygók száma volt lenyűgöző, de a négyévnyi folyamatos megfigyelés nyújtotta pontosság is. A legkisebb azonosított bolygók jóval kisebbek a Földnél: a Kepler-37 rendszer legkisebb bolygója alig nagyobb a Holdnál. De a legnagyobb bolygók esetében is ki lehetett használni a néhány milliomodrésnyi fényváltozásokat is rögzítő megfigyeléseket. A csillag előtt elhaladó bolygókkal fel lehet térképezni például a csillagfoltok eloszlását, mivel a csillag kicsit fényesebbnek tűnik, amikor a bolygó egy sötétebb foltot takar el. Számos forró jupiternél sikerült megfigyelni a bolygóról visszavert csillagfényt, sőt időnként annak változásait is: a HAT-P-7b esetében például szinte keringésről keringésre változott a felszínről visszavert fény mennyisége. Más szavakkal: időjárási változásokat láttunk egy Naprendszeren kívüli bolygón. Persze ezt az időjárást egészen máshogy kell elképzelni, mint felénk. A közel 3000 fokok forróságban nem víz, hanem ásványok, például korund tud csak felhőket alkotni. A HAT-P-7b-re kitalált, egyszerű időjárásmodell szerint a bolygón körbefutó szelek, valamint az éjszakai oldalon kicsapódó, majd a nappali oldalra besodródó ásványi felhők közötti összjáték határozza meg, hogy változik, mennyi fényt ver vissza a bolygó (Armstrong et al., 2016).

Egy nagy probléma azért még fennállt a Kepler bolygójelöltjei kapcsán: az égitestek korát, méretét, tömegét, és így az összetételét csak annyira pontosan lehetett meghatározni, amennyire pontosan a gazdacsillaguk korát, méretét, tömegét ismertük. Ezt a bolygós csillagok egy kis részére ki lehetett nyerni a csillagrezgések megfigyelésével, a többihez viszont külső segítség kellett. Ezt egyrészt a másik forradalmár, az európai Gaia űrtávcső által gyűjtött távolsá-

gadatok jelentették, másrészt egy nagy, több mint ezer Kepler-csillagra kiterjedő spektroszkópiai felmérés a Keck óriástávcsővel (Petigura et al., 2017). A bolygók eloszlása ezzel egyszerre világosan kirajzolódott. Ahol eddig a szuperföld-minineptunusz régió terült el, hirtelen két külön csoportosulás jelent meg, egy szinte üres réssel közöttük, a kb. 1,5-2,5 földszög mérettartományban: ez a párolgási völgy. Elméleti számítások már korábban sejtették, hogy egy csillagához közel kialakuló bolygó vagy elég nagy, és akkor képes megtartani a vastag gázburkot, amivel kialakult, vagy elveszti az egészet. Ha a tömeg egy kicsit is kisebb a kritikus értéknél, az egész légkör hamar el tud párologni, hátrahagyva a pusztá kőzetmagot. (A kritikus méret függ attól is, milyen messze van a bolygó a csillagtól, ezért nem teljesen üres a völgy a 10. ábrán.) Úgy tűnik, valóban így működik a bolygófejlődés a csillagokhoz közel (Fulton et al., 2017; Van Eylen et al., 2018).

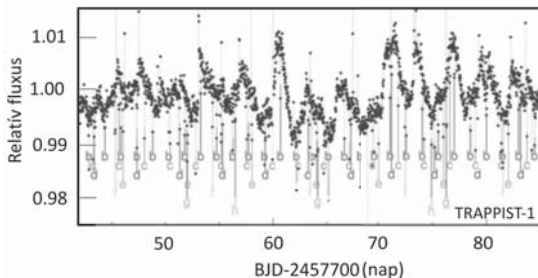
A bolygófejlődés más szakaszait is megfigyelte a Kepler. Forró jupitereknél már korábban is megfigyelték, hogy a csillag hője és csillagszele hatására üstökösszerű csóva formájában párolog a bolygó légköre. A Kepler azt is felfedezte, hogy kőzetbolygók is el tudnak párologni. A nagyon szorosan keringő lávabolygók csillag felé forduló oldalát megolvadt kőzet borítja, ami extrém esetben maga is gázzá alakulhat. A Kepler-1520b nevű, aprócska, a Marsnál is kisebb bolygó felszínét 2000 fok fölé hevíti a csillaga, és az ettől elpárolgó láva rengeteg hidegebb porszemet is magával ragad. A Kepler valójában nem is a bolygót magát látta, hanem a belőle kinyúló, vastag porcsóva okozta fedéseket. A modellszámítások alapján a bolygó már a végét járja, és nagyon gyorsan fogy az anyaga: alig néhány százmillió éven belül teljesen elenyészik majd (Rappaport et al., 2012).

A Kepler „első életének” végével aztán búcsút kellett mondani a több évnyi megfigyelési idő előnyeinek, de a K2 küldetés másfajta lehetőségekkel kárpótolta a csillagászokat. A látómezők váltakozásával célpontba kerültek például közeli csillagok, legyenek akár fényes égitestek, vagy pici vörös törpék, amelyekkel tele a Tejútrendszer, de halványságuk miatt nehezen észlelhetők. Ezek a közeli csil-



10. ábra: Közeli exobolygók méreteloszlása.  
(Forrás: NASA Ames)

lagok kiváló első célpontokat fognak jelenteni a James Webb-űrtávcső számára is, például a bolygók színképének vizsgálatához. A vörös törpékre jó példa a TRAPPIST-1 rendszer: ez a csillag mindössze 40 fényévre van tőlünk, de 2015-ig fogalmunk sem volt róla, hogy egy hét bolygót tartalmazó rendszer rejtőzik a Nap közelében. Ennél a csillagnál a K2 méréseivel lehetett meghatározni a legkülső, hetedik bolygó keringési periódusát, és igazolni, hogy összetett rezonancia láncok kapcsolják össze mind a hét bolygó mozgását. De ugyanígy a K2



11. ábra: A TRAPPIST-1 csillag fénygörbéjének részlete.  
(Forrás: Luger et al. 2017)

mérései alapján kapott fénygörbe mutatta meg azt is, hogy a csillag, más hiedeg vörös törpékhez hasonlóan, nagyon erős flertevékenységet folytat (11. ábra), ami kifejezetten rossz hír a bolygói és azok légkörei számára – ha egyáltalán van még nekik (Luger et al., 2017; Vida et al., 2017).

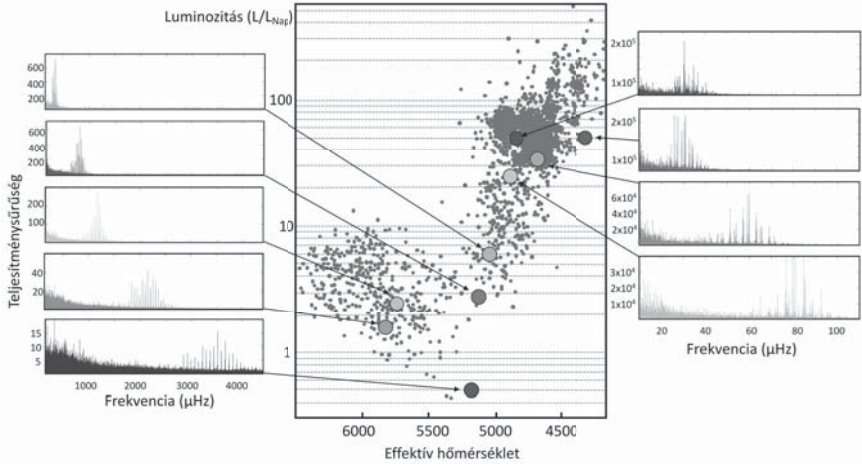
Egy további, nagyon fontos újdonság a K2 programban az eredeti Kepler-mezőhöz képest, hogy megfigyelt egészen fiatal csillagokat is. Az ekliptika mentén olyan jól ismert nyílthalmazok is a távcső látómezejébe kerültek, mint a Fiastyúk, a Hyadok, vagy a Jászol-halmaz. A fiatal, ismert korú területek megfigyelésével nyomon lehet követni, hogyan változnak maguk az exobolygók is a korral. Legalábbis, ha sikerül őket felfedezni: a fiatal csillagok ugyanis sokkal aktívabbak, mint a már több milliárd éves „felnőttek”, így a bolygóátvonulásokat is nehezebb elkülöníteni az egyéb fényváltozásaiktól. A legifjabb bolygót a Skorpió csillagkeletkezési területein sikerült megtalálni, ahol mindössze 11 millió évesek a csillagok (Mann et al., 2016). A néhány százmillió éves nyílthalmazokban is feltűnt néhány exobolygó, de érdekes módon a Fiastyúkban például még nem sikerült felfedezni egyet sem. A fiatal bolygók közül több is szokatlanul nagy méretűnek bizonyult: ez talán jelentheti azt is, hogy a csillag erős sugárzása felpuffasztotta a légkörüket, és éppen a kezdődő vagy már folyamatban lévő elpárolgást látjuk (Rizzuto et al., 2018).

Talán egyetlen terület van, ahol a Kepler és a K2 misszió nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket: nem tudott exoholdat felfedezni. Pedig elméletben képes lett volna rá, hiszen tudott olyan csekély fényváltozásokat mérni,

hogy egy nagy, akár Föld méretű holdat egy gázóriás körül már kimutasson. Az értékelhető jelek hiánya arra utal, hogy az ilyen óriásholdak vagy nagyon ritkák, vagy nem is léteznek. Mindössze egyetlen jelölt bukkant fel a teljes adathalmazban, a Kepler-1625b I, és ez éppenséggel az óriásbolygó-óriáshold kategóriába tartozna. Csakhogy maga a bolygó közel 300 nap alatt kerül meg a csillagát, ezért kevés fedés állt rendelkezésre. A kutatók ezért a Hubble-űrtávcsővel igyekeztek későbbi időpontokban elcsípni a hold nyomait. Az adatokat aztán az eredeti felfedezők és független szerzők is elemezték, és éppen ellentétes eredményre jutottak az exohold létezését illetően. Jelenleg úgy tűnik, hogy a Kepler-1625b I létének kérdése azon a határon táncol, ahol a legjobb távcsöveinkkel gyűjthető adatok még éppen nem elég pontosak ahhoz, hogy megnyugtatóan le lehessen zárni a kérdést. Egyben azt is mutatja, hogy mindig születnek új és új megválaszolandó kérdések, amelyek még nagyobb és még jobb távcsöveket igényelnek (Teachey & Kipping, 2018).

### Csillagrezgések – a csendes forradalom

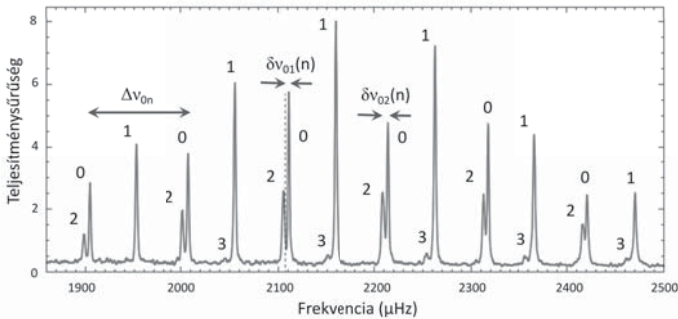
Az exobolygók keresése mellett a Kepler másik fő feladata a Naphoz hasonló, illetve öregebb, vörös óriáscsillagok fényváltozásainak megfigyelése volt. Ezek a csillagok a felszínhez közeli jelentős konvektív réteg miatt nem pulzálnak, de a konvektív mozgások miatt oszcillációk folyamatosan gerjesztődnek és halnak el bennük (12. ábra). A rezgések tanulmányozásával következtethetünk a csillag fizikai paramétereire és a belső szerkezetére is. Mivel ezek a rezgések kicsiny amplitúdójúak, csupán néhány tizedezred-milliomod résznyi fényességváltozást okozva, több hónapos nagy pontosságú adatra van szükség a vizsgálatukhoz. A francia vezetésű CoRoT-űrtávcső volt az első, amely képes volt ezeket a gyenge jeleket észlelni több mint ezer vörös óriás típusú csillagban (Hekker et al., 2009). A Kepler-űrtávcső viszont több tízezernyi vörös óriással és több száz fősorozati csillaggal bővítette a gyűjteményt. A fősorozati, vagyis a magjukban hidrogént égető csillagok esetében a Nap típusú rezgések csupán néhány percesek. Továbbfejlődve először a szubóriás, aztán a vörösóriás-ág felé, az oszcillációk egyre hosszabb periódusúak és egyre erősebbek lesznek. Ezek a rezgések akusztikus hullámok, amelyek sugárirányban és arra merőlegesen is képesek haladni. A csillagon kialakuló mintázatokat gömbfüggvényekkel lehet leírni. Az egyre magasabb rendű gömbfüggvények egyre több egymás melletti, ellen-



12. ábra: Nap típusú oszcilláció különböző fejlődési állapot szerint.  
(Forrás: Chaplin & Miglio, 2013)

tétesen változó szeletre osztják a csillag felszínét, a látott fényváltozás ezek összegéből adódik. A geometriai kioltás miatt csak a legalacsonyabb rendű oszcillációkat lehet távolról megfigyelni (Chaplin & Miglio, 2013).

A Nap típusú oszcillációk fő jellegzetessége, hogy az egyes módusok sajátos, ismétlődő sorozatot alkotnak a frekvenciaspektrumban, a sorozat tulajdonságaiból pedig becsülhetők a csillag fizikai paraméterei (13. ábra). Az egymás utáni felhangok közötti, ún. nagy frekvenciaszeparációból tudunk következtetni a csillag sűrűségére. A rezgések erőssége közel Gauss-eloszlást mutat: az



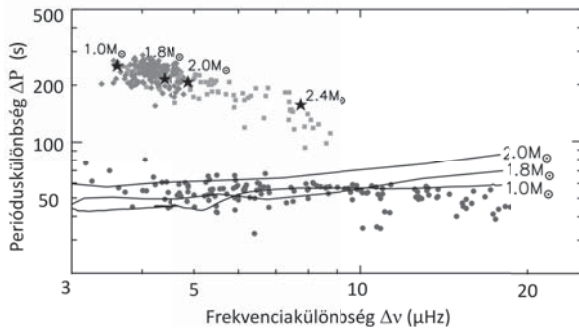
13. ábra: Egy G színképtípusú fősorozati csillag, a 16 Cyg A oszcillációs spektruma.  
(Forrás: Chaplin & Miglio, 2013)

eloszlás csúcsát jelentő frekvencia a felszíni hőmérséklet és gravitáció függvénye. A különböző felszíni rendű módusok közötti kis szeparációk viszont a csillag korával vannak összefüggésben. Így, kellően pontos fényességmérésekből pontosan meg tudjuk határozni, milyen csillaggal van dolgunk, anélkül, hogy színeképekre támaszkodnánk, sőt akár jóval pontosabban is, mint a színeképek alapján. A Kepler-nél ezeknek az asztroszeizmológiai vizsgálatoknak az egyik legfontosabb alkalmazási területe az exobolygók gazdacsillagai tulajdonságainak meghatározása volt, mert ezekből lehet nagyon pontos bolygóparamétereket származtatni. A Kepler-444 csillagról és így a bolygóiról is kiderült például, hogy elképesztően öregek, már 11 milliárd évesek, tehát még az Univerzum fiatal korában születtek. A Kepler-93b esetében is nagy szerepe volt az asztroszeizmológiának abban, hogy a bolygó sugarát 1% pontossággal meg lehetett határozni: ez abszolút skálán mindössze 120 km-es hibahatárt jelent egy több mint 300 fényévre lévő égitestnél. Az asztroszeizmológia „mentette meg” a Kepler legelső exobolygó-jelöltjét is. A Kepler-1658b volt a negyedik azonosított, de első, már az űrtávcső által felfedezett jelölt a látómezőben. Aztán viszont, a furcsaságai miatt többször is, hamis pozitívnak lett minősítve. Végül a négyévnyi adat összesítése lehetővé tette, hogy a csillaga rezgéseit is észlelni lehessen. Ezekből derült ki, hogy nem is Naphoz hasonló, fősorozati csillaggal van dolgunk, ahogyan azt korábban feltételezték, hanem egy szubóriással, ami éppen puffad fel, úton a vörös óriás állapot felé. Így már világos lett, miért is olyan furcsa ez a rendszer, illetve egyike lett a kevés ismert szubóriásnak, amiről tudjuk, hogy bolygója van (Campante et al., 2015; Ballard et al., 2014; Chontos et al., 2019).

De az asztroszeizmológia nemcsak az exobolygók miatt, hanem saját jogán is nagyon fontos terület. A Tejútrendszer számos részét átvizsgáló K2 misszió kezdetével nyílt lehetőség például a galaktikus régészet művelésére. Azzal ugyanis, hogy hirtelen csillagok tízezreiről állt rendelkezésre pontos kor, tömeg, fejlődési állapot és kémiai összetétel, lehetővé vált, hogy a Galaxisunk építőköveit és azok múltját is feltérképezzük. A Kepler adataiból sikerült például közvetlenül kimutatni, hogy a Tejútrendszer korongjában a fősíkban vannak a legfiatalabb csillagok, és a korongra merőlegesen távolodva egyre öregebb égitesteket találunk (Casagrande et al., 2016). Sőt a rezgések megfigyelésével megnyílt az út nemcsak a csillagok fő paraméterei, de belső felépítésük vizsgálata felé is. A különböző módusok eltérő mélységig hatolnak be a csillagba, és így felhasználhatók arra, hogy szinte szeletenként vizsgálhassuk azokat. Amikor

a hanghullámok egy éles határon, például a konvektív zóna alsó határán haladnak át, kissé elhangolódnak. Így a felszínre érő rezgések szabálytalanságain keresztül közvetlenül lehet tesztelni, valójában mennyire pontosan is írják le modelljeink a csillagok belső felépítését. De ugyanígy, mivel a forgás is nyomot hagy a rezgésekben, még azt is ki lehet deríteni, milyen gyorsan forog a csillag belseje a felszínhez képest.

A vörös óriások belsejét még ennél is alaposabban fel lehetett térképezni. A felszínen megfigyelt hanghullámok ugyanis főleg a csillag külsőbb rétegeiről szállítanak információt, a magról magáról hallgatnak. Vannak viszont a csillagokban másfajta rezgések is: nehézségi hullámok. Ezek hasonlóak a vízhullámokhoz, ahol a nyomás helyett a gravitáció visszatérítő ereje működik. A főszorozati csillagokban ezek be vannak zárva a magba, de vörös óriásoknál már csatlakozni tudnak a kinti hanghullámokhoz. Az ilyen, belül inkább nehézségi, kívül inkább akusztikus hullámok a kevert módusok. Segítségükkel sikerült például először szétválasztani a vörös óriások két családját, a fiatalabb, csak az



14. ábra: A vörös óriáscsillagok két típusának megkülönböztetése asztroszeizmológiával. Vörös óriások, amelyekben a hélium fúziója zajlik a magban (az ábrán felül), illetve amelyekben hidrogén fuzionál a mag körüli héjban (az ábra alsó részén). (Forrás: Bedding et al., 2011)

inaktív mag körüli héjban hidrogént égető csillagokat, és az idősebbeket, ahol már annyira összetömörödött a mag, hogy a hélium fúziója is beindult (Bedding et al., 2011). Ez a két állapot kívülről szinte ugyanúgy néz ki, ami eddig szinte lehetetlenné tette, hogy e két különböző fejlődési állapotban lévő csillagokat megkülönböztethessük (14. ábra). A csillagmag közvetlen vizsgálata egy másik alapvető csillagfejlődési kérdés megválaszolásához is közelebb vihet. Ahogy a csillagok öregednek, a magjuk egyre jobban összehúzódik, egészen a fehér törpe állapotig. Ahogy csökken a méretük, a perdületmegmaradás törvé-



nye miatt a forgásuknak nagyon fel kellene gyorsulnia, a klasszikus, pörgő jégtáncos hasonlatnak megfelelően. A megfigyelt fehér törpék azonban a vártnál jóval lassabban forognak. Az asztroszeizmológia lehetővé teszi, hogy nyomon kövessük, hogyan változik a mag forgási sebessége a vörös óriásokban, és így segíthet megtalálni azokat a fizikai folyamatokat is, amelyek el tudják szálítani a perdület nagy részét a magból.

Az asztroszeizmológia eszköztára nem korlátozódik a Naphoz hasonló csillagokra és a vörös óriásokra. A fősorozat mentén további, nagyobb tömegű és magasabb hőmérsékletű csillagokban is felfedezhetők oszcillációk és pulzáció is. A legforróbb csillagok esetén a belső szerkezet és folyamatok megismerése és modellezése kulcsfontosságú, mivel ezeknél a csillagoknál nem a külső burok, hanem a mag konvektív. Emiatt, amíg nem tudjuk megmondani, pontosan hogyan működik ott a konvekció, mennyire hatékonyan keveredik be például hidrogén friss üzemanyagként a magba a felette lévő rétegekből, még azt sem tudjuk pontosan megmondani, milyen hosszú lesz ezeknek a csillagoknak az élete. A Kepler itt hátrányban volt, az eredeti látómezőben szinte nem is voltak fiatal, forró O-B színeképtípusú óriáscsillagok, és a K2 látómezője sem hemzsegtet tőlük. Ezen a területen inkább majd a TESS űrtávcső hozhat áttörést. Az A-F csillagok területén viszont hatalmas előrelépést sikerült elérni. Ebben a régióban vannak a  $\delta$  Scuti, illetve  $\gamma$  Doradus típusú változócsillagok. A Kepler bebizonyította, hogy itt sokkal összetettebb a kép. A változócsillagok nagy részéről kiderült, hogy valójában hibrid pulzátorok, vagyis egyszerre jelennek meg bennük a  $\delta$  Scuti csillagokra jellemző, hanghullámokból álló pulzáció, és a  $\gamma$  Doradusokra jellemző, nehézségi hullámok okozta fényváltozás (Uytterhoeven et al., 2011). Elméletileg tehát ezeknél a csillagoknál ugyanúgy fel lehetne térképezni a köpenyt és magot is, mint a vörös óriásoknál, de a gyakorlatban ez nehezebbnek bizonyult, mert a pulzáció miatt nagyon eltérő lehet egy-egy módus amplitúdója, bonyolítva az észlelt frekvenciák megfelelő módusokhoz rendelését. Sőt az azonosítást tovább bonyolította, hogy egy harmadik oszcillációtípust is felfedeztek számos A-F csillag fényváltozásaiában. Ezek a Rossby-módusok akkor tudnak kialakulni, ha a csillag elég gyorsan forog, és a Coriolis-erő maga válik visszatérítő erővé (Saio et al., 2018). A modellszámítások azt sejtetik, hogy részben ezek az oszcillációk lehetnek felelősek a mag perdületének átvitelében a csillag külső rétegeibe. Ez tökéletes példa a Kepler kínálta szinergiákra: egy csillagtípussal kapcsolatos problémára akár megoldást is kínálhat egy másik típusnál tett felfedezés.

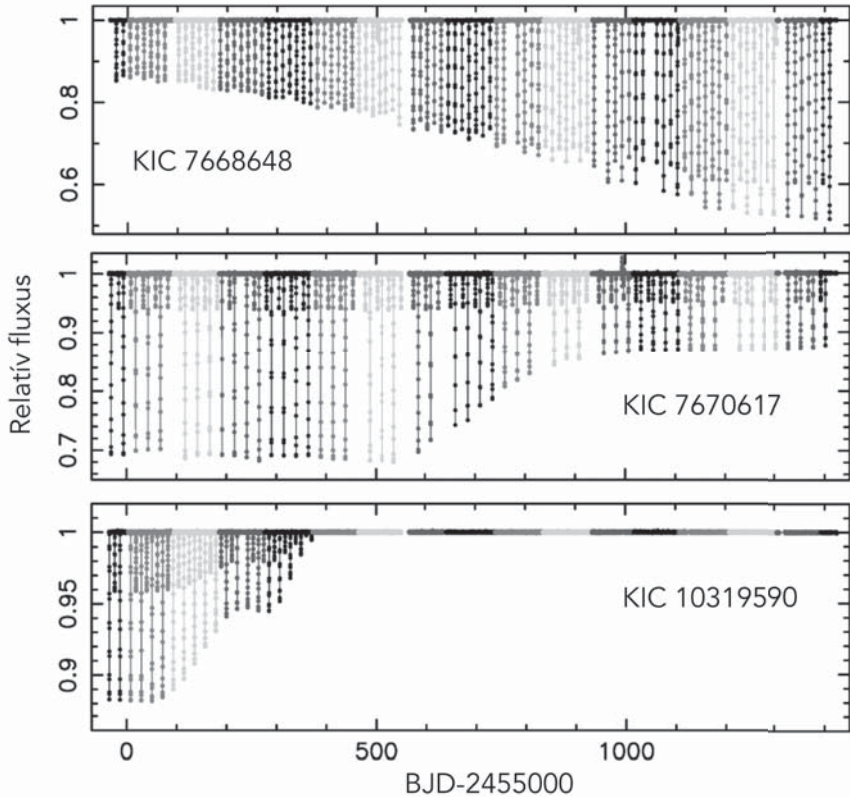


## Kettőscsillagok és szívdobbanások

A kettőscsillagok tanulmányozása elengedhetetlen az exobolygók szempontjából is, mert a protoplanetáris korong méretét a kísérőcsillag korlátozza, ezért befolyással bír arra milyen bolygók alakulhatnak ki, és hol. Emellett egy kísérő a bolygók pályaparamétereinek időbeli fejlődésére is hat, például a pályasíkok elfordulásán és bolygók migrációján keresztül. A kettőscsillagok ugyanakkor hamis pozitív találatokat is jelenthetnek az exobolygók felfedezésében. A  $4 \times 4$  ívmásodperces pixelméret következtében nem ritka, hogy több csillag fénye is bekerül a fénygörbébe, ez pedig lecsökkenti a fedés mélységét, amelyből a keringő égitest méretére következtetnek. A kísérőcsillag jelenlétét nagy felbontású földi észlelésekkel próbálják kimutatni. Az exobolygó-jelölteket tartalmazó Kepler Object of Interest (KOI) katalógus objektumainak nagy részéről már bebizonyosodott, hogy nem egy csillag jele adja a fotometriai fénygörbét. A kísérőcsillagok nem feltétlenül tartoznak fizikailag a mért rendszerekhez, egyszerű háttércsillagok is lehetnek. Ha valódi kettős rendszerről van szó, feltételezhetjük, hogy egy felhőből születtek, tehát a koruk azonos. Ebben az esetben azonos izokrón (egyidejű) görbén kell tartózkodniuk a Hertzsprung–Russell-diagramon, és ez színméresekkel ellenőrizhető. Így kiderült, hogy a 2 ívmásodpercnél kisebb szeparációjú csillagok több mint fele fizikailag kötött, 1 ívmásodpercnél pedig a valószínűség már 80% felett van. A fizikai kettősök nagy bizonytalanságot jelentenek az exobolygók méretmeghatározásában is. Feltéve, hogy a bolygó egyenlő valószínűséggel kering a fényesebb vagy halványabb tag körül, előfordulhat, hogy jelentősen, akár 50 százalékkal alábecsüljük a bolygó méretét (Hirsch et al., 2017). A fizikai kettősök periódusa igen hosszú, akár ezer év is lehet, túl hosszú, hogy a relatív mozgást ki tudjuk mutatni. Azonban a kettősség felfedhető a sajátmozgások vizsgálatával is, ha ugyanúgy haladnak az égen, jó eséllyel egyenlő távolságra vannak tőlünk. Megbízható sajátmozgás-adatokat most már a Gaia DR2 katalógusa is tartalmaz, de földi radiálissebesség-mérési adatokra is támaszkodhatunk (Wittrock et al., 2016).

Az eredeti Kepler látómezőben eddig már közel 3000 fedési kettős rendszert azonosítottak. Bár a kettősök nagy része „közönséges” fedési kettős volt, igazán különleges fényességváltozások nélkül, a négy évet átfogó adatokat így is alaposan ki lehetett aknázni. A fedések időpontjainak változásából a kettősök kb. 9%-áról lehetett kimutatni, hogy valójában hármas rendszerek tagjai. Ezek

közel háromnegyedénél csak a térbeli mozgásuk okozta időeltérések látszottak, de a maradéknál dinamikai hatások is kimutathatók voltak, ahogy a csillagok árapályereje valós időben változtatták egymás pályáit. A pályasíkok elfordulását más módon is látni lehetett a Keplerrel, például a fedésmélységek változásán keresztül (15. ábra): egy csillagrendszer esetében ez konkrétan a fedések eltűnését okozta az évek során (Kirk et al., 2016; Borkovits et al., 2016).

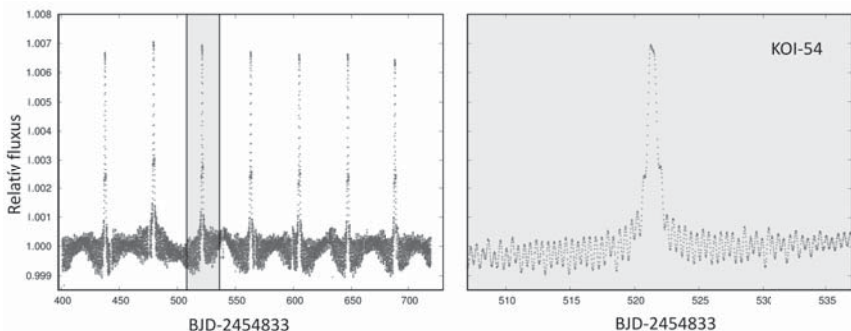


15. ábra: Változó mélységű fedések hármas csillagrendszerekben. (Forrás: Orosz, 2015)

De találtak olyan speciális a kettősöket is, amelyeknél még relativisztikus effektusokat is sikerült felfedezni. Az általános relativitáselmélet szerint ugyanis a felénk közeledő tárgyak a relativisztikus Doppler-nyalábolás miatt fényesebbnek tűnnek, a tőlünk távolodók pedig halványabbnak, mintha állnának. A

Kepler-adatokból több rendszernél, például a KOI-74 esetében is, kimutatták a Doppler-nyalábolás hatását a fénygörbére. Mivel ez a jelenség a látóirányú sebesség függvénye, megfigyelése lehetőséget ad arra is, hogy a csillag radiális sebességét meghatározzuk anélkül, hogy egyetlen színekpet is rögzítenénk róla (Bloemen et al., 2012).

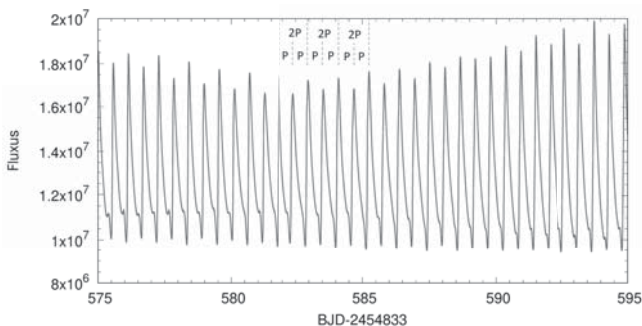
A kettősök egy másik extrém csoportja a szívdobbanás-csillag nevet kapta, mivel a fénygörbe nem fedéseket mutatott, hanem EKG-görbére hasonlító fel-le ugrásokat. Hamar kiderült, hogy ezek a rendszerek nagyon excentrikus pályán keringő csillagok, és amikor a két csillag nagyon megközelíti egymást, felfűtik egymás felszínét, rövid időre fényesebbé téve az egész rendszert. E rendszerek másik érdekessége, hogy a hatalmas és gyorsan változó árapályerő időszakos oszcillációkat is gerjeszt a csillagokban (16. ábra). Az árapály-oszcillációk különböznek a szokványos Nap típusú oszcillációktól: csak olyan rezgések gerjesztődnek így, amelyek periódusai rezonanciában vannak a keringés periódusaival. Az arányszám egészen magas is lehet: a KOI-54 rendszer esetében például pontosan 90 és 91 rezgési ciklus fér egy keringésbe. A különböző rezgések viszonya még nem teljesen tisztázott. Kettős rendszerekben lévő  $\delta$  Scuti csillagokban az árapályrezgéseket a pulzációval egyidejűleg is meg lehet figyelni. Vörös óriások esetében viszont úgy tűnik, hogy az árapályerők elfojtják a Nap típusú oszcillációkat. A HD 181068 jelű csillagrendszerben például a központi vörös óriás egyáltalán nem mutatta a szokásos, fésűszerű mintázatot a frekvenciaspektrumban, hanem csak a körülötte keringő vörös törpepár periódusával rezonáns jeleket lehetett benne azonosítani (Thompson et al., 2012; Derekas et al., 2011).



16. ábra: A KOI-54 szívdobbanás-csillag fénygörbéje. (Forrás: Molnár et al., 2016)

## RR Lyrae és cefeida csillagok

Az RR Lyrae csillagok legizgalmasabb rejtélyét már több mint száz éve a Blazskó-effektus, a pulzációs amplitúdó és fázis kváziperiodikus változása jelenti. A Kepler űrtávcső ultrapontos, folyamatos adataiból azonban egy érdekes új jelenséget, perióduskettőződést sikerült kimutatni (Szabó et al., 2010). Ez váltakozó, kis és nagy pulzációs amplitúdójú ciklusok képében jelenik meg a fénygörbén, és fél-egészes, ún. szubharmonikus csúcsokkal a frekvenciaspektrumban (17. ábra). A földfelszínről ezt szinte lehetetlen észrevenni, hiszen az RR Lyrae



17. ábra: Perióduskettőződés az RR Lyr csillagban.

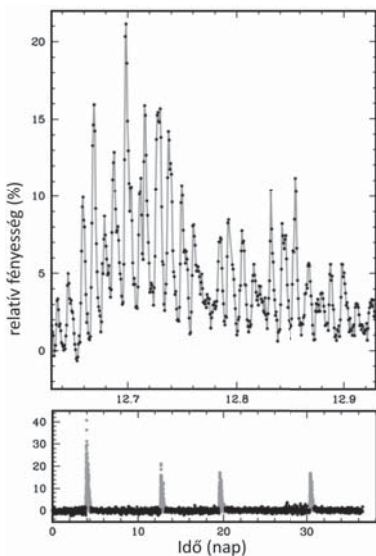
csillagok nagyjából fél napos periódussal pulzálnak, így éjszakánként csak minden második ciklust látjuk. Maga a jelenség a kaoszelmélet körébe tartozik: a nemlineáris dinamikai rendszerek képesek bizonyos paraméterek fennállása esetén az egyperiódusú állapotból kétperiódusú állapotba kerülni. Ezt a rendszer destabilizációja okozza, amiért pedig rezonanciák tehetők felelőssé. Csillagmodellekből ki lehetett mutatni, hogy az RR Lyraeknél egy felszín közelébe befogott módus, a kilencedik felhang léphet rezonanciába az alpmódussal. A perióduskettőződést csak a Blazskó-effektusos csillagok mutatják, így feltételezhető, hogy a két jelenségnek köze van egymáshoz (Kolláth et al., 2011).

De nemcsak a kilencedik felhang tűnt fel ezekben a korábban nagyon egyszerűnek tartott csillagokban. A Keplerrel megvolt a pontosság ahhoz, hogy további kis amplitúdójú (millimagnitúdós) pulzációs módusokat is detektálni lehessen. Sok célpont megfigyeléséből pedig minták is kezdtek kirajzolódni. Az alpmódusú csillagokban kis amplitúdóval megjelenhet az első felhang, a második felhang és egyéb módusok, amelyek eredete még nem tisztázott. A felhangban, illetve mindkét fő módusban pulzáló csillagoknál ellenben csakis nemradiális

módusok mutathatók ki, amelyek nagyon erősen kötődnek az első felhanghoz. Olyan erősen, hogy az OGLE felmérés földi adataiban felhangú RR Lyrae és cefeida csillagoknál is sikerült ugyanezeket kimutatni (Moskalik, 2014).

Cefeidákban viszont nem bővelkedett a Kepler eredeti látómezeje. Az egyetlen klasszikus cefeidában sikerült kimutatni kis mértékű változásokat a pulzációban ciklusról ciklusra, illetve gyenge moduláció és granulációs zaj jelenlétét is (Derekas et al., 2017), az egyetlen II. típusú cefeidában pedig azt, hogy a pulzáció leírható kaotikus jelként (Plachy et al., 2018). De az igazán változatos csillagok még a K2 adatai között rejtőznek: a második misszió több tucat cefeidát és több mint négyezer RR Lyrae csillagot figyelt meg, utóbbi esetben megszázzsorozva a vizsgálható célpontok számát. Ráadásul az űrtávcső fénygyűjtő képességével a leghalványabb, még éppen kimutatható célpontok már nem is Tejútrendszerben találhatók, hanem olyan szomszédos törpegalaxisokban, mint a Leo IV vagy az IC 1613 (Molnár et al., 2015).

## Fehér törpék



18. ábra: Kitérések egy pulzáló fehér törpén.  
(Forrás: Hermes et al., 2015)

A csillagok 95%-a fehér törpeként fejezi be életét. A pulzáló fehér törpéket a hatvanas évekbeli felfedezésük óta aktívan tanulmányozzák, a Keplerrel viszont egy teljesen új jelenséget sikerült felfedezni bennük. Nagy amplitúdójú kitéréseket, amelyek alatt a csillag pulzációjának erőssége hirtelen többszörösére ugrik, és az átlagos fényessége is megemelkedik (Bell et al. 2015). Ez a felfedezés szintén az adatsor hosszának és folyamatosságának köszönhető. A kitéréseket több, hidrogénléggörrel burkolt, DAV típusú pulzáló fehér törpében is azonosították. Hosszuk jellemzően több óra, hosszabbak, mint a perces időskálán zajló pulzáció, és néhány naponta-hetente jelennek meg, de nem szigorúan periodikusan (18. ábra).

A jelenség elméleti magyarázata még nincsen meg, de gyanítható, hogy a pulzációhoz kapcsolódik (Hermes et al., 2015). Az amplitúdók ilyen drasztikus, 10-20-szoros növekedésére a rezonáns móduscsatolódás adhat magyarázatot. A kitöréseket egyébként a leghosszabb periódusú, hidegebb DAV csillagoknál találták, amelyek szabálytalanabban pulzálnak, mint rövidebb periódusú, forróbb társaik. A szabálytalanságokat szintén magyarázhatja a módusok kölcsönhatása.

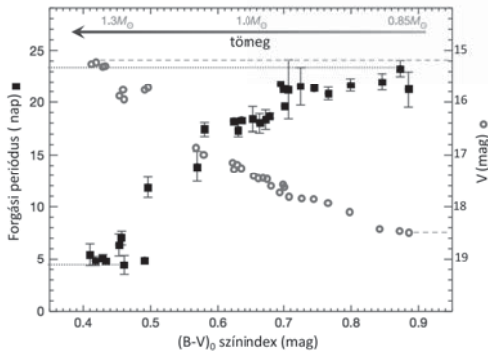
A Kepler-adatokból olyan érdekességek is előbukkannak mint a „kannibál” fehér törpe, amely éppen darabokra zúzza és felfalja kisbolygóját. A WD1145+0.17 jelű csillag 4,5 óránként aszimmetrikus alakú fedéseket mutatott, amely arra utalt, hogy az áthaladó égitest csóvát húz maga után. Mivel maga a fehér törpe is nagyon kis égitest, a fedéseket egy éppen darabokra hulló kisbolygó okozhatja. Egyébként ez az első bolygószerű égitest, amit fehér törpe körül találtak. A fehér törpe színeképének nehézelem-tartalma pedig arra utal, hogy a körülötte lévő törmelékgyűrűből az anyag végül a felszínére áramlik (Vanderburg et al. 2015). Fémvonalakat már évtizedekkel ezelőtt is megfigyeltek fehér törpék színeképeiben. Most kiderült, valójában azok voltak az első megfigyelési bizonyítékok csillagok körüli bolygók létre, csak akkor még senki nem tudta volna bizonyítani ezt.

## **Ciklusok, halmazok és a girokronológia tudománya**

Fényváltozás nemcsak pulzáció vagy kísérők jelenléte miatt alakulhat ki csillagokon, hanem pusztán amiatt is, hogy nem tökéletesen homogén a felszínük: foltok vagy pedig flerek tűnnek fel rajtuk. Ahogy forognak, a különböző fényességű területek ki- és befordulnak az általunk látott félgömbre. A csillagfoltok és flerek keletkezését a mágneses tér fejlődése irányítja. Fotometriai mérésekkel a csillag forgási periódusát már viszonylag rövid távon meg lehet határozni: az eredeti látómezőn több tízezer fősorozati csillagra sikerült ilyen adatot kinyerni. A csillagok forgási periódusa, különösen a hűvösebbeké szorosan összefügg a korukkal, mivel a csillagszél okozta mágneses fékeződés miatt folyamatosan lassulnak. Vagyis, ha meg tudjuk mérni a forgási periódust, meg tudjuk mondani a kort: ezzel foglalkozik a girokronológia tudománya. Ezért okozott nagy meglepetést, hogy a Keplerrel kimért periódusok a Napnál kisebb és hidegebb csillagoknál egyértelműen két csoportra oszlottak. Vajon mitől? Mégsem ilyen egyszerű a kép, és egy adott kornál hirtelen mind lelas-

sultak? Vagy a csillagkeletkezés üteme nem volt egyenletes? Ezek már olyan kérdések voltak, amelyeket a Kepler önmagában nem tudott megválaszolni. A Gaia távolság- és sebességadataival együtt viszont világossá vált, hogy a Nap környezetében lévő csillagok jelentős része a csillagkeletkezés közelmúltbeli fellángolása alatt jött létre, feltehetően kb. 600 millió évvel ezelőtt. Emiatt alkotnak ezek a fiatal csillagok felismerhető csoportosulást a gyorsabban forgó csillagok között (McQuillan et al., 2014; Davenport & Covey, 2018).

Csillaghalmazok vizsgálatával pedig még átfogóbb betekintést nyerhetünk a csillagkeletkezés és -fejlődés rejtelmeibe, mivel rengeteg azonos korú csillagot tudunk megvizsgálni egyszerre. A Kepler űrtávcső összesen 29 halmazt figyelt meg: 2 egymillió évnél fiatalabb csillagkeletkezési területet, 18 nyílthalmazt, amelyek kora 1 millió és 8 milliárd év közé tehető, és kilenc 11 milliárd évnél is idősebb gömbhalmazt (Cody et al., 2018). Girokronológiai eredményeket korábban csak 1 milliárd évesnél fiatalabb halmazokra sikerült elérni, a Keplerrel viszont egy 2,5 milliárd éves halmazra, az NGC 6819-re is meg lehetett határozni a forgási periódusokat, kitöltve az űrt 4,5 milliárd éves Napunk és a fiatal csillagok között. Egyértelművé vált, hogy egy adott korú halmazban a csillagok forgása tömegfüggő is (19. ábra). A forgás és tömeg egyidejű illesztése tehát le-



19. ábra: Forgási periódus és fényesség a tömeg függvényében. (Forrás: Meibom et al., 2015)

hetőséget ad, hogy 10%-os pontossággal meghatározzuk a hideg fősorozati csillagok életkorát a teljes Galaxisban (Meibom et al., 2015).

Érdekes kérdés az is, hogy a csillaghalmazok megőrzik-e szülő molekulafelhőjük forgási tulajdonságait, vagy a fragmentáció során fellépő turbulens mozgások miatt teljesen elvesztik azt. Korábbi vizsgálatok, csillagfoltok mozgását

és a spektrumvonalak forgás miatti kiszélesedését feltérképezve, véletlenszerű forgástengely-irányokat mutattak fiatal halmazokban. A Kepler viszont megmutatta, hogy a csillagok forgástengelyének térbeli viszonyai asztroszeizmológia segítségével is meghatározhatók. Két idős nyílthalmaz vörös óriáscsillagait vizsgálva kiderült, hogy 70%-uk közel egy irányba áll, vagyis megőrizték



az eredeti molekulafelhő irányultságát. A forgásirány megőrzésében szerepet játszhatott az is, hogy ezek a nyílthalmazok viszonylag távol vannak a galaxis sűrű területeitől (Corsaro et al., 2017).

Visszatérve a csillagfoltokra: azok a csillag mágneses terének egyik, de nem egyetlen megjelenési formái. A másik könnyen felismerhető mágneses jelenség a fler. Ezekben a kitörésekben a kedvezőbb konfigurációba átkötődő mágneses erővonalak hatalmas mennyiségű energiát szabadítanak fel. A flerek váratlanul bekövetkező és gyorsan lecsengő jelenségek, így a pontos statisztikához a folytonos fotometria tökéletes eszköz. Össze lehet például hasonlítani, hogy a kitörések mennyire kapcsolódnak térben a csillagfoltokhoz, vagyis a mágneses tér ugyanott kelti-e a két jelenséget. Érdekes módon összefüggés a csillagfoltok pozíciója és a flerek között csak a gyenge flerek esetén adódott. Ez jelentheti azt, hogy az igazán nagy kitörések bármikor észlelhetők, akkor is, ha nem a felénk forduló félgömbön történnek, míg a kisebbeket csak olyankor vesszük észre, ha éppen felénk történnek (Roettenbacher & Vida, 2018).

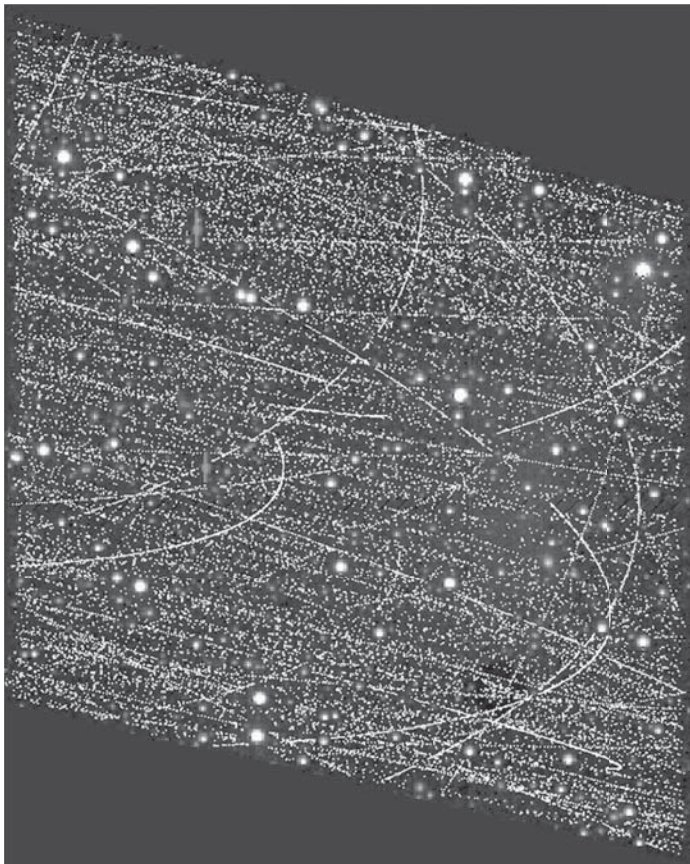
Hosszabb adatsorokkal további megfigyeléseket is lehet tenni, mivel a csillagok mágneses aktivitása gyakran aktivitási ciklusokba rendeződik. A Nap nagyjából 11 éves ciklusa túl hosszú ahhoz, hogy akár a Keplerrel is végigkövethető legyen. Ugyanakkor más csillagoknál a ciklus lehet rövidebb, akár négy év alatt is kimutatható. A Napon a mágneses fejlődés egyik megnyilvánulása a pillangó-diagram, vagyis, hogy a ciklus elejétől végéig a foltok egyre alacsonyabb szélességeken jelennek meg: a pozícióik időben kirajzolva egy pillangó szárnyait rajzolják ki az egyenlítő körül. Miután a Nap és más csillagok is differenciálisan rotálnak, a foltok forgási periódusa változik, ahogy más-más sebességgel körbejáró szélességeken jelennek meg. Ezt a változást keresve a látható foltok periódusaiban, több tucat, gyorsan forgó, foltos csillagra sikerült 300–900 nap közötti ciklusokat felfedezni. De akár egy még egyszerűbb technikát is választhatunk. A foltok száma változik az aktivitási ciklus során, így a csillagok átlagos fényessége is lassan és kis mértékben változik. Elméletileg elég lenne időről időre megmérni nagyon pontosan, milyen fényesek a fősorozati csillagok, hogy ezt a változást kimutassuk, de ehhez hosszú távon is nagyon pontosan kalibrált mérésekre van szükség. A Kepler négyévnyi adatai alkalmasak erre, és ami még jobb, némi kreativitással a látómező összes csillagára vonatkozóan, ugyanis az eredeti küldetés alatt havi rendszerességgel készített, teljes CCD-t lefedő felvételeket ki lehet fotometrálni. Az így előálló, csillagonkénti 52 adatpont meglehetősen kevés, de arra jó volt, hogy több száz, az



űrtávcső által célzottan nem is mért csillagnál lassú változásokat lehessen kimutatni, és 28 esetben egyértelműen ciklikus változásokat is (Vida et al., 2014; Monter et al., 2017).

## A Naprendszer

A K2 misszió egyik nagy előnye volt, hogy megnyitotta az utat a Naprendszer síkjában található, változatos célpontok: kisbolygók, nagybolygók, holdak és üstökösök megfigyelése előtt (20. ábra). Több ötlet is született arra, hogy a nem



20. ábra: 600 kisbolygó pályája egy K2 mozaikképen. (Forrás: Molnár et al., 2018)

mozgó objektumok mérésére tervezett űrtávcsővel hogyan lehetne legjobban kiaknázni a folytonos és nagy pontosságú fotometria előnyeit a Naprendszer kutatása terén is. Az egyik érdekes felfedezés a (225088) 2007 OR10 törpebolygóhoz kapcsolódott. A Kepler-fénygörbe alapján sikerült meghatározni ennek a nagyon távoli, bőven a Plutón túl keringő égitestnek a forgási periódusát, a lassú forgás pedig arra utalt, hogy az OR10-et egy hold árapályereje lassítja (Kiss et al., 2017).

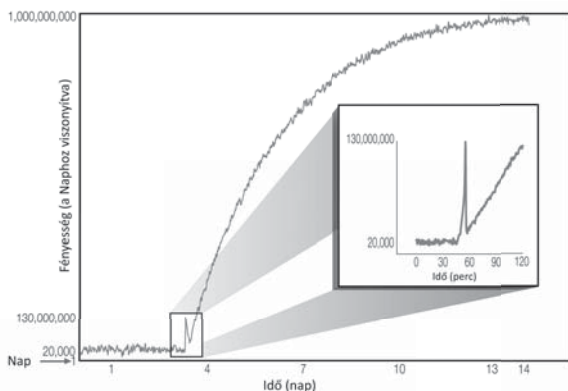
A Kepler eleinte csak a külső Naprendszert célozta meg, ahol az égitestek látszó mozgása lassú, és így viszonylag kevés aktív pixellel is hosszabb ideig lehet megfigyelni azokat. A Kuiper-öv több égitestjére, illetve beljebb, az óriásbolygók között keringő kentaurokra is sikerült meghatározni forgási periódusokat. De holdakat is lehetett így kutatni, a Neptunusz Nereida nevű holdjáról például sikerült kimutatni, hogy nagyon durva a felülete, ami rengeteg mély kráter jelenlétét sejteti. Aztán közelebbi égitestek is terítékre kerültek, például a Jupiterrel együtt keringő trójai kisbolygók, sőt főövié is. Mindegyik esetben kiderült, hogy a földi mérések elfogultak a rövid, egy-két éjszakányi adatból meghatározható forgási periódusok felé, pedig némely kisbolygónak akár egy-két hétbe is kerülhet, amíg körbefordul. (Kiss et al., 2016; Molnár et al., 2018.; Szabó et al., 2017).

Két óriásbolygót, az Uránuszt és a Neptunuszt is hosszabb ideig megfigyelt az űrtávcső. Hogy mi értelmé egy gyenge felbontású távcsővel bolygókat nézegetni, amikor a Hubble például sokkal részletesebb képeket készít? Hát éppen az, hogy a Kepler gyakorlatilag fénypontokként látta azokat – pontosan úgy, ahogy egy másik bolygórendszer bolygóját, vagy egy barna törpét látunk. Ezek a mérések lehetővé tették, hogy a Neptunusz fénygömbjét összehasonlítsák a részletes képekkel, és a fényváltozásokat felszíni formákhoz, felhősávokhoz és viharokhoz kapcsolják. Egy-egy ilyen gyakorlat nagyon fontos tesztet jelent bármilyen módszer számára, amely fénygömbök alapján próbál egy barna törpe vagy óriás exobolygó felszíni viszonyaira következtetni.

## Szupernóva-vadászat

A folyamatos fotometria előnyeit hamar felismerte egy további tudományos közösség is. A Kepler fénygyűjtő képessége lehetővé tette például aktív galaxis-magok fényváltozásainak követését, megfigyelve a szupernagy tömegű központi fekete lyuk körül örvénylő anyagban zajló változásokat. Ennél is izgalma-

sabbnak ígérkezett, hogy sok-sok galaxis megfigyelésével előbb-utóbb szupernóva-robbanások is elcsíphetők. Egy szupernóva felvillanásának nincs előjele, így eddig szinte lehetetlen volt a robbanás első pillanatait megfigyelni. Pedig a szülő égitestről éppen ezek az első percek-órák hordozzák a legfontosabb információkat. Már az eredeti Kepler-misszióban is vadászott egy kisebb csapat szupernóvákra, és három év alatt sikerült is hatot találni. Ezek közül talán a KSN 2011d, egy felrobbanó vörös óriás volt a legizgalmasabb. Ennél ugyanis a Kepler látta a tényleges robbanást megelőző egyetlen, aprócska jelet. A fúziós energiából kifogyó, összeomlásnak induló csillagmag lökéshullámot indít meg kifelé, amely rövid felvillanásként jelenik meg a felszínen, még mielőtt a csillag szétvetődne (21. ábra, Garnavich et al., 2016).



21. ábra: A KSN 2011d szupernóva fénygörbéje. (Forrás: Garnavich et al., 2016)

A K2 misszió aztán már nagyüzemben kereste a szupernóvákat, és ennek meg is lett az eredménye. A 15. kampányig 22 extragalaktikus tranzienszt figyeltek meg, és csak ezután jöttek a kifejezetten szupernóva-vadászatra kijelölt 16–17. kampányok, amelyek látómezejét úgy választották ki, hogy földi távcsövek is tudják követni az égiterületet. A legérdekesebb szupernóvának eddig az Ia típusú SN 2018oh robbanás bizonyult. Ez az első napokban fényesebb volt a vártnál, amit vagy az okozott, hogy a felrobbanó fehér törpéből szétrepülő anyag a körülötte keringő, öt eddig hízaló társ csillag felszínének csapódott, vagy pedig két fehér törpe összeolvadásakor robbanásszerűen fúziós reakciók indultak be (Dimitriadis et al., 2019). A K2 mérései azt is megmutatták, hogy nem minden szupernóva, ami felrobban egy galaxisban. Szupernóvára hasonlító, de sokkal gyorsabban felfényesedő, majd elhalványodó felvillanásokat már

korábban is felfedeztek, de a KSN 2015k gyorsabbnak bizonyult mindnél. Erre a megfigyelésre jelenleg a legjobb magyarázat az, hogy egy sűrű, a csillag által alig korábban ledobott anyagburok felfogta a robbanás nagy részét. A felfénylés a robbanás okozta lökéshullám hatása volt a gázburokra, de ugyanez a burok a szupernóvák hosszú lecsengését adó, forró, táguló gázfelhő fényét már szinte teljesen elzárta előlünk (Rest et al., 2018).

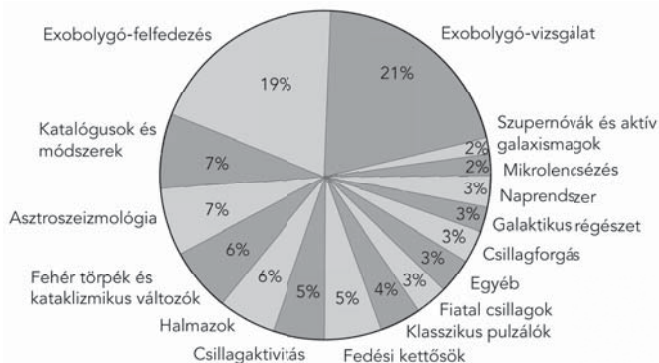
## És a megmagyarázhatatlan dolgok

A Kepler sok mindent látott az égbolton. Voltak, amire számítottak a csillagászok, más megfigyelések váratlanok voltak, és új magyarázatokat követeltek. És volt néhány, amelyre azóta sem sikerült választ találni. Ilyen a Boyajian-csillag, ami egészen furcsa, szabálytalan elhalványodásokat mutat, az apróktól egészen a 22%-os fényességcsökkenésig. A fedések alakja kizárta az okok közül a szabályos, éles peremű bolygókorongokat. De a csillaghoz közeli, szétszakadó bolygók vagy üstökösök porfelhői sem jöhetnek szóba, mert plusz hőszugárzást sem látni a csillagnál az infravörös tartományban. Egy ideig felkapott volt az a magyarázat is, hogy talán mesterséges szerkezeteket látunk a csillag körül, de későbbi mérések arra jutottak, hogy a jelenség legjobb magyarázata részben átlátszó, hideg porfelhők csillag előtti áthaladása lehet. Hogy ezek pontosan mik: távoli, óriási üstökösfelhők, szétszakadó, vagy óriási gyűrűrendszerrel körülvett bolygó(k), vagy esetleg egyik sem, és a csillagon belüli, valamilyen ritka fizikai folyamat okozza az elhalványodásokat, azt még egyelőre nem sikerült megnyugtatóan eldönteni (Boyajian et al., 2016).

A közelmúltban pedig egy másik hasonló, egyelőre értékelhető magyarázat nélküli megfigyelés is felbukkant, immár a K2 misszióból. A HD 139139 csillag a Random Transiter (kb. véletlenszerűen fedő) nevet kapta. 87 napnyi észlelés alatt 28 apró, 0,2 millimagnitúdó körüli nagyságú, 1-8 óráig tartó halványodást produkált, a rendszeresség legkisebb jele nélkül. A kutatók számos tesztnek vetették alá a fedések eloszlását, és egyértelműen véletlenszerűnek találták azt, már amennyire ezt meg lehet állapítani egy 28 elemű mintára. A fedések egy részéről sem lehetett megállapítani, hogy periodikusan ismétlődjenek, a többi között rejtőzve. Egyelőre halvány fogalmunk sincs, mi történik ezzel a csillaggal, pedig már a felfedezést közlő cikk is kilenc különböző forgatókönyvet vizsgált meg – majd vetett el (Rappaport et al., 2019).

## Összegzés

Túlzás nélkül állítható, hogy a Kepler-űrtávcső forradalmasította az exobolygók kutatása és a csillagok asztrofizikájának területét is. A Kepler bőven több lett egy exobolygókereső misszionál, olyannyira, hogy a mérésein alapuló cikkek többsége más témájú (22. ábra). Tíz év alatt eljutottunk annak a sejtésétől,



22. ábra: Kepler-publikációk témák szerint. (Forrás: Nasa Ames/ Kepler & K2 Science Center)

vagy reményétől, hogy a csillagok körül lehetnek bolygók, a tényleges tudásig, hogy több bolygó van a Tejútrendszerben, mint csillag. Az asztroszeizmológia eleinte elérhetetlen, majd pedig úttörő vizsgálati módszer helyett, mára az asztrofizika mindennapos eszközei közé tartozik. Ehhez még hozzáadódik az ezzel egyidejűleg zajló asztrometria forradalom: a csillagok távolsága rejtélyes, megfoghatatlan információból egy katalógusból kikereshető számmá vált, a Gaia űrtávcső jóvoltából.

A csillagok rejtélyei megfejtve, az exobolygók felfedezve, hátradőlhetünk hát? A legkevésbé sem! Rengeteg csillag vár még például a mai napig egy gyors pillantásnál mélyebb elemzésre. A K2 misszió háromhavonta újabb és újabb égiterről megjelenő adatai lényegében garantálták, hogy a kutatóknak csak a legszebb, legizgalmasabb adatokkal volt idejük foglalkozni. Mire lehajoltak volna a bonyolultabb problémákért, már jött is az újabb kampány. A helyzet komolyságát jelzi, hogy a K2 küldetés irányítói összeállítottak egy listát a 21 legfontosabb feladatról a Kepler és K2 adatait illetően. Az exobolygók kapcsán egyelőre nem létezik olyan homogén bolygókatalógus a K2 misszióra, mint amit a Robovetter állított elő az eredeti látómező csillagaira. Exobolygók rej-

tőzhetnek speciális pixelmaszkokon, a bélyegképekre véletlenül rákerülő hát-  
tércsillagok körül, vagy nagyon sűrű csillagmezőkön. Az egyik kampány során  
a Tejútrendszer közepét is célba vette az űrtávcső: itt rejtőzhetnek mikrolencsés-  
zésen keresztül felfedezhető exobolygók, ha valakinek sikerülne feldolgoznia az  
alacsony felbontás miatt rémesen összemosódott csillagok képeit. De ugyanígy  
rengeteg feladat vár még ránk a csillagok asztrofizikájára, az extragalaktikus cél-  
pontok vagy a Naprendszer kapcsán is (Barentsen et al., 2018).

Már ez is bőven elég lenne, hogy évtizedekre elszórakoztassa a Föld csillag-  
szait, de még az a luxus se adatik meg nekünk, hogy nyugodtan foglalkozzunk  
az aranybányával, amit a Kepler és K2 archívumok jelentenek. Időközben a  
TESS űrtávcső is elkezdte ontani magából az adatokat. A TESS más filozófi-  
ával készült, mint a Kepler, egyetlen égterület nagyon mélyreható vizsgálata  
helyett az egész égboltot vizsgálja át exobolygók keresésére. Elsősorban közeli  
csillagok közeli bolygóra koncentrál, de a küldetés második évében az eredeti  
Kepler-mezőt is meglátogatja. A négy év hosszú adatok így hirtelen kapnak  
még egy kis kiegészítést, tíz évvel a Kepler startja után. Aztán a 2020-as évek  
második felében az európai PLATO űrtávcső veszi át a stafétát az űrfotometria  
terén. A Kepler öröksége pedig sokáig velünk marad még.

## Irodalom

- Armstrong, D. J., et al., 2016, *Nature Astr.*, 1, 4  
 Ballard, S., et al., 2014, *ApJ*, 790, 12  
 Barentsen, G., et al., 2018, arXiv:1810.12554  
 Bedding, T. R., et al., 2011, *Nature*, 471, 608  
 Bell, K. J., et al., 2015, *ApJ*, 809, 14  
 Benkő, J. M., Szabó R., 2010, in *Meteor Csillagászati Évkönyv 2011*, MCSE, Budapest, 207. o.  
 Bloemen, S., et al., 2012, *MNRAS*, 422, 2600  
 Borkovits, T., et al., 2016, *MNRAS*, 455, 4136  
 Borucki, W. J., Scargle, J. D., Hudson, H. S. 1985, *ApJ*, 291, 852  
 Borucki, W. J., 1999, Technical Report, NASA Ames Research Center, Moffett  
 Borucki, W. J., et al. 2001, *PASP*, 113, 439  
 Boyajian, T., et al., 2016, *MNRAS*, 457, 3988  
 Campante, T. L., et al., 2015, *ApJ*, 799, 170  
 Casagrande, L., et al., 2016, *MNRAS*, 455, 987  
 Chaplin, W. J., Miglio, A. 2013, *ARA&A*, 51, 353

- Chontos, A., et al., 2019, AJ, 157, 192  
Cody, A. M., et al., 2018, RNAAS, 2, 199  
Corsaro, E. et al., 2017, Nature Astr., 1, 64  
Davenport, J., R. A., Covey, K. R., 2018, ApJ, 868, 151  
Derekas, A., et al., 2011, Science, 332, 216  
Derekas, A., et al., 2017, MNRAS, 464, 1553  
Dimitriadis, G., et al., 2019, ApJ, 870, 1  
Edelson, R., et al. 2014, ApJ, 795, 2  
Fulton, B. J., et al., 2017, AJ, 154, 109  
Garnavich, P., et al., 2016, ApJ, 820, 23  
Hekker, S., et al. 2009, A&A, 506, 465  
Hermes J. J., et al., 2015, ApJ, 810, 5  
Hirsch, L. A., et al., 2017, AJ, 153, 117  
Howell, S. B., et al. 2014, PASP, 126, 398  
Hsu, D. C. et al. 2019, AJ, 158, 109  
Kiss, Cs., et al., 2016, MNRAS, 457, 2908  
Kiss, Cs., et al., 2017, ApJ, 838, 1  
Kirk, B., et al., 2016, AJ, 151, 68  
Koch, D. G., et al. 2000, Proc. SPIE Vol. 4013, p. 508  
Koch, D. G., et al., 2004, Proc. SPIE, Vol. 5487, pp. 1491  
Koch, D. G., et al., 2005, BAAS, 37, 1339  
Kolláth, Z., Molnár, L., Szabó, R., 2011, MNRAS 444, 1111  
Luger, R., et al., 2017, Nature Astr., 1, 129  
Mann, A., et al., 2016, AJ, 152, 61  
McQuillan, A., Mazeh, T., Aigrain, S., 2014, ApJS, 211, 24  
Meibom, S. et al., 2015, Nature, 517, 589  
Millholland, S. et al. 2017, ApJ, 849  
Molnár, L., et al., 2015, ApJ, 812, 2  
Molnár, L., et al., 2016, JAAVSO, 44, 168  
Molnár, L., et al., 2018, ApJS, 234, 37  
Montet, B. T., Tovar, G., Foreman-Mackey, D., 2017, ApJ, 851, 116  
Moskalik, P., 2014, IAUS, 301, 249  
Orosz, J. A., 2015, ASPC, 496, 55  
Petigura, E. A., et al., 2017, AJ, 154, 107  
Plachy, E., Bódi, A., Kolláth, Z., 2018, MNRAS, 481, 2986  
Rappaport, S., et al., 2012, ApJ, 752, 1



- Rappaport, S., et al., 2019, MNRAS, 488, 2455  
Rest, A., et al., 2018, Nature Astr., 2, 307  
Rizzuto, A. C., et al., 2018, AJ, 156, 195  
Roettenbacher, R., M., Vida, K., 2018, ApJ, 868, 3  
Saio, H., et al., 2018, MNRAS, 474, 2774  
Szabó, Gy., et al., 2017, A&A, 599, 44  
Szabó, R., et al., 2010, MNRAS, 409, 1244  
Teachey, A., Kipping, D. M., 2018, Science Advances, 4, 1784  
Thompson, S. E., et al., 2012, ApJ, 753, 86  
Thompson, S. E., et al., 2018, ApJS, 235, 38  
Uytterhoeven, K., et al., 2011, A&A, 534, 125  
Vanderburg, A. et al., 2015, Nature, 526, 546  
Van Eylen, V., et al., 2018, MNRAS, 479, 4786  
Vida, K., Oláh, K., Szabó, R., 2014, MNRAS, 441, 2744  
Vida, K., et al., 2017, ApJ, 841, 124  
Wittrock, J. M., et al., 2016, AJ, 152, 149  
Zink, J. K. & Hansen, B. M. S. 2019, MNRAS, 487, 246



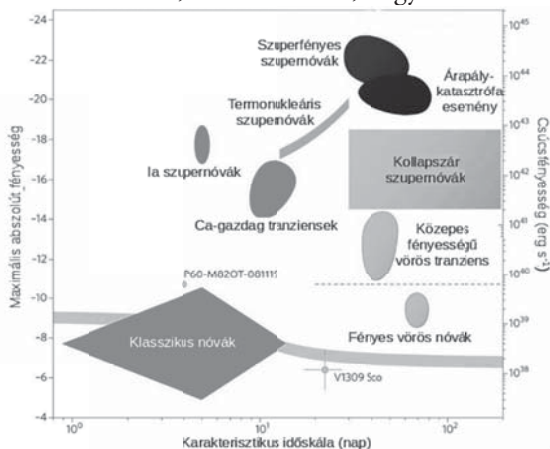
# KÖNYVES-TÓTH RÉKA, VINKÓ JÓZSEF, STERMECZKY ZSÓFIA

## Tranziens jelenségek az égbolton

### Bevezetés

A napjaink kiterjedt égboltfelméréseiből származó, rohamosan bővülő adatsokaság lehetőséget ad eddig ismeretlen, vagy csak korlátozottan ismert égi jelenségek megfigyelésére. Ilyenek lehetnek például a tranziensek.

Bár e fogalom pontosan nem definiált, közmegegyezés szerint tranzienseknek tekinthetők az olyan csillagászati események, amelyeknek során egy eddig ismeretlen (általában távoli) objektum hirtelen felfényesedést követően időszakosan láthatóvá válik, majd elhalványul, és eltűnik. Ide sorolhatók az akár hónapokig látható nók, szupernók, vagy a néhány másodperc alatt lezajló gamma-kitörések (GRB-k) is. Általában nem tekintünk tranziensnek semmilyen periodikus fényváltozást: katalogizált változócsillagot, aszteroidát, vagy exobolygót, ahogy a Naprendszerben található, ismert pályájú, visszatérő üstökösöket sem, annak ellenére, hogy csak időszakosan látszanak, aztán hosz-



1. ábra A tranziensek típusai (forrás: Cenko, 2017)

szú ideig nem figyelhetők meg. Az 1. ábrán a különböző típusú tranziensek karakterisztikus időskálájának és maximális fényességének összefüggése látható, melyen megmutatkozik, hogy a nagyobb csúcsfényességű jelenségek lefolyása hosszabb.

A „klasszikus” tranziensekről, tehát a nók, szupernókról,

illetve a gamma-kitörésekről az utóbbi években már jelent meg összefoglaló írás a Meteor csillagászati évkönyvben (Vinkó 2012, Horváth 2011).

Az alábbiakban két olyan tranziens típus fizikai leírását, illetve megfigyelt tulajdonságait tekintjük át, amelyeknek létezését ugyan már évtizedek óta feltételezték, ám csak az utóbbi tíz évben váltak széles körű vizsgálatok célpontjaivá az ugrásszerűen megnövekedett mennyiségű észlelési adatok birtokában. Először az árapály-katasztrófákat (tidal disruption event, TDE), majd a kilonóvaként emlegetett tranziens jelenségeket mutatjuk be részletesebben.

## Árapály-katasztrófák szupernagy tömegű fekete lyukak körül

Árapály-katasztrófa akkor következik be, ha egy adott tömegű és méretű csillag olyannyira megközelít egy nála jóval nagyobb tömegű égitestet (jellemzően egy fekete lyukat), hogy eléri az úgynevezett árapálysugarat (tidal radius), vagyis azt a távolságot, ahol a központi objektum gravitációs ereje egyenlő a csillag saját gravitációs erejével. Ezen  $R_T$  kritikus sugár fogalmát Rees (1988) definiálta az alább látható módon:

$$R_T = \left( \frac{M}{M_s} \right)^{\frac{1}{3}} R_s$$

Itt  $M$  a *fekete lyuk tömegét*,  $M_s$  és  $R_s$  pedig *az azt megközelítő csillag tömegét és sugarát* jelöli. Ha a két objektum közötti minimális távolság  $R_p$ , egy másik fontos mennyiség a  $\beta$ -val jelölt *ütközési paraméter*:  $\beta = R_T / R_p$ . Amennyiben  $\beta > 1$ , azaz a csillag az árapálysugárnál jobban megközelíti a központi égitestet, akkor teljesen szétesik, hiszen ekkor a csillagot összetartó gravitációs körési energiát legyőzi a nagy tömegű fekete lyuk gravitációja. Az ezt közvetlenül megelőző deformáció a népszerűsítő irodalomban „spagettizálódásként” vált ismertté. A  $\beta < 1$  eset az ún. részleges szétesést vonhatja maga után, ennek részletei azonban mindmáig nem teljesen tisztázottak.

A katasztrófa során a széthullott csillag fekete lyukhoz közelebb eső fele ellipszis alakú pályára áll a vonzócentrum körül, míg másik fele hiperbolapályán elhagyja a fekete lyuk környezetét. A centrum körül pályára állt törmelékfelhő egy bizonyos idő elteltével visszatér a fekete lyuk közelébe. Ez az idő függ az objektumok közötti minimális távolságtól, a csillag sugarától, és egyenesen arányos a szabadesési időskálával.

Amikor a visszahulló anyag a pericentrumhoz ér, belső súrlódása révén impulzusmomentumot veszít, s ezáltal kialakít egy majdnem az eseményhorizontig kiterjedő akkrációs korongot. Ez nagyjából a Schwarzschild-sugár három-

szorosától az  $R_p$  távolságig tart. Ekkor azonban a korong csupán a legkorábban visszahulló anyagot nyeli el, nem az összeset. Ilyen módon a később érkező anyagfelhő a korongba ütközve feltorlódik, ami miatt a növekvő hőmérséklet hatására sugározni kezd. Mivel ezt a sugárzást lényegében az akkréciós korongra hulló anyag kelti, *akkréciós luminozitás*nak nevezzük.

Kezdetben az akkréciós ráta értéke meghaladhatja az Eddington-luminozitáshoz (ez az a kritikus fényesség, amelynél a sugárzás nyomása éppen egyensúlyt tart a lokális gravitációval) tartozó maximális akkréciós rátát: ekkor tehát jellegzetes, ún. szuper-Eddington-akkréció alakul ki, melynek során az éppen befelé hulló anyagfelhőt szupernóva-robbanáshoz hasonló hevességgel fújja szét a sugárnyomás.

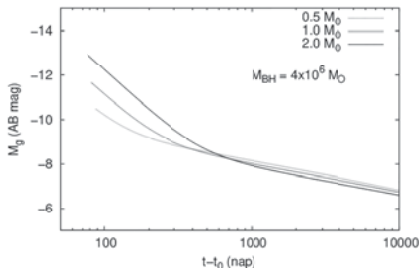
Ez a kifújt, nagy sebességgel táguló anyag jelentős tömegéből kifolyólag optikailag vastag közeget alkot, amelynek optikai tartományban megfigyelhető sugárzására gyors kezdeti felfényesedés, majd a felfutás üteménél valamennyivel lassabb elhalványulás jellemző. Az elhalványulási ütem az akkréciós ráta időbeli csökkenéséhez hasonlatosan  $L \sim dM(t)/dt \sim t^{-5/3}$  (Rees, 1988), noha a kitevő különféle hullámhosszakon felvett fénygörbék esetén kissé eltérhet a tipikus 5/3-os értéktől (Lodato és Rossi, 2011). Miután a szuper-Eddington-csillag-szél hatása elcsendesedett, az akkréciós korong luminozitása válik dominánssá, ami az előzőnél sokkal hosszabb ideig, akár évekig is fennmaradva a fényesség lassú lecsengését eredményezi. Analitikus modellezéssel megmutatható, hogy nagyobb tömegű fekete lyuk esetén a felfényesedés később kezdődik, és az azt követő optikai csúcis is hosszabb ideig tart, mint kisebb tömegnél.

Színképi tulajdonságait tekintve a korong hatása gamma-, illetve röntgen-tartományban figyelhető meg, míg az optikai színképet a kifúvás uralja. Mivel a kifúvás optikai mélysége az idő előrehaladtával egyre kisebb lesz, az objektumnak egyre mélyebben lévő, magasabb hőmérsékletű tartományai válnak láthatóvá. Ezért is mutatnak az egyszerű, analitikus modellek által feltételezett spektrumok növekvő hőmérsékletet a maximum utáni szakaszban. A valóság azonban ennél jóval összetettebb, s numerikus szimulációkkal bizonyos esetekben előállítható állandó vagy akár csökkenő maximum utáni hőmérséklet is. Mivel az észlelések többsége az optikai tartományban történik, legtöbbször a kifúvások hatására létrejövő optikai színképek időbeli fejlődését sikerül megfigyelni. Ezek jellegzetessége a magas hőmérsékletre utaló kék kontinuum, amelyre időnként, de nem minden esetben a hidrogén, hélium és-vagy az oxigén emissziós vonalai rakódnak.

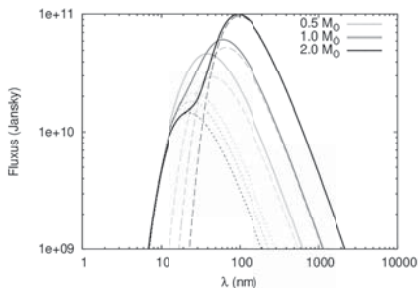
A nagy tömegű fekete lyukak környezetében lezajló TDE-k gyakoriságának becslése igen bonyolult feladat, hiszen a katasztrófa bekövetkezésének ideje és pontos égi koordinátái kiszámíthatatlanok. 1975 óta azonban, amikor is Hills megfigyelte az első ilyen eseményt, a csillagászat kitüntetett figyelemmel fordul ezen különleges, számtalan kérdést felvető és sok szempontból máig rejtélyes tulajdonságokkal bíró tranziensek felé. Azóta rengeteg cikk jelent meg ebben a témában. Stone és Metzger (2016) munkája például azt a kérdést feszegeti, hogyan kerülhet egy csillag egy fekete lyuknak olyan közeli környezetébe, hogy a fellépő árapályerők szétszakíthassák. Mások felvetéseket tesznek a fekete lyuk gravitációs mezejét, illetve a katasztrófát elszenvedő csillag felépítését és pályáját illetően (pl. Guillochon és Ramirez-Ruiz, 2013). Megjelent számos, az akkréciós korong dinamikai tulajdonságait, alakját és kialakulását vizsgáló tanulmány, s ezenkívül népszerűvé vált a TDE-k megfigyelésével foglalkozó ágazat is.

Napjainkra csaknem 100 ismert TDE-jelölt szerepel a szakirodalomban, amelyekről készült adatok fellelhetőek a James Guillochon által elkészített, online katalógusban (<https://tde.space>). A megfigyelések alapján a jelöltek közé sorolhatóak azok a fényes, extragalaktikus tranziensek, amelyek a korai szakaszban kék kontinuumot mutatnak spektrumvonalak nélkül, vagy csak 1-2 vonallal. Bár megtalálhatóak közöttük olyan objektumok is, amikről nem lehet teljes bizonyossággal megállapítani, hogy valóban árapály-katasztrófából származnak-e, a lista egyre gyorsuló bővüléséből arra következtethetünk, hogy a jelenség valójában sokkal gyakoribb, mint azt régebben, a véletlenszerű megfigyelések alapján sejtettük.

Mindeddig olyan árapály-katasztrófákról volt szó, amelyeknél az esemény az adott galaxis központi fekete lyukának környezetében történt (2. ábra). Előfordulhat azonban TDE más, kisebb tömegű, a középponttól távolabb elhelyezkedő fekete lyukak gravitációs terében is. Erre utalhat például az, amikor a jelenséghez tartozó galaxis fotocentruma és a tranziens pozíciója nem egyezik meg. Ilyen, nem centrális, kisebb tömegű fekete lyukhoz tartozó TDE-t sikerült azonosítani az NGC 3341 aktív, kölcsönható (Seyfert-2 típusú) galaxisban (Barth et al., 2008). Szintén erre utal az ESO 243-49 nevű galaxisban felfedezett, HLX-1 jelölésű, ultrafényes röntgenforrás (Webb et al., 2014), ahol a  $10^3$ - $10^4$   $M_{\odot}$  tömegű fekete lyuk létét egy jet megfigyelése is alátámasztja. Ezen példák azt is megmutatják, hogy a szupernagy tömegű fekete lyukaknál nagyságrendekkel kisebb tömegű, nem középponti fekete lyukak is létezhetnek.



2. ábra: A Tejútrendszer központi fekete lyuka (Sgr A\*) körül lejátszódó hipotetikus TDE fényváltozása. A széteső csillag tömege a jobb felső sarokban lévő jelmagyarázaton van feltüntetve.



Ugyanezen TDE-k színképe a maximális fényesség idején. A vonalak jelentése megegyezik a bal oldali ábráéval. A szaggatott és pontozott vonalak sorrendben a kifúvás és a korong járulékát mutatják.

## Kilonóvák, avagy a vasnál nehezebb elemek kialakulásának új módja

2017. augusztus 17-én a LIGO és Virgo gravitációshullám-detektorok egy új gravitációs hullám (GW 170817) beérkezését detektálták, amelyet 2 másodperc múlva a Fermi-űrtávcső által észlelt gamma-kitörés (GRB 170817A) követett. Mivel a két, egymástól teljesen függetlenül megfigyelt esemény égi pozíciója hibahatáron belül volt, a kutatók rögtön tudták, hogy valami különleges, korábban ily módon még soha nem észlelt objektumra találtak. Azonnal elkezdték keresni az esetlegesen felbukkanó optikai utófénylest, bevetve a földi megfigyelési erőforrások és infrastruktúrák minden mozgósítható elemét (mivel a jelenség csak a déli féltékről volt észlelhető, magyarországi obszervatóriumok nem vehettek részt ebben). Az erőfeszítéseket teljes siker koronázta: 11,9 órával a gravitációs hullám beérkezését követően több kutatócsoport egymástól függetlenül rátalált egy új objektumra a 40 megaparszek távolságban lévő NGC 4993 galaxisban (Shappee és mtsai, 2017). A néhány percen belül készített színképekből azonnal látszott, hogy egy korábban ismeretlen, új típusú tranziens sikerült felfedezni!

A részletes és alapos analízisből kiderült, hogy a szóban forgó tranziens esemény oka egy összeolvadó neutroncsillag-páros volt, amely elméleti lehetőségként régóta szerepelt a csillagászok listáján, mint az ún. rövid idejű ( $t < 1$ s) GRB-k szülőobjektuma. Az elméleti modellek jóslata szerint két ne-

utroncsillag gravitációshullám-kibocsátás révén impulzusmomentumot veszít, egyre közelebb spirálozik egymáshoz, végül összeolvad. Az összeolvadáskor neutronban gazdag törmelékfelhő dobódik ki, amelyben gyors neutronbefogásos magfizikai folyamat (r-folyamat) játszódhat le, amelynek során akár a vasnál sokkal nehezebb elemek is létrejöhetnek. A nukleoszintézisben keletkező radioaktív magok bomlása fűti a kidobódott anyagfelhőt, amely így hőmérsékleti sugárzást bocsát ki. A számítások szerint a sugárzás csúcstényessége körülbelül ezerszerese egy hagyományos, jól ismert nóvarobbanás maximális luminozitásának, ezért a jelenség a *kilonóva* elnevezést kapta. A megfigyelések és az elméleti modellek gyors összevetéséből szinte azonnal világossá vált, hogy a GW170817 pontosan egy ilyen, régóta keresett kilonóva-jelenség első megfigyelése volt. Mivel a felfedezés szinte egyidejűleg történt széles spektrumú (a gamma-tartománytól az infravörösig terjedő) elektromágneses sugárzás, valamint gravitációs hullámok észlelésével, a GW170817 megfigyelése egyben a *többcsatornás csillagászat* (multi-messenger astronomy) megszületését is eredményezte.

A kilonóvák azonban nemcsak az egzotikus tranziensek kutatói számára jelentenek érdekességet. Az elméleti asztrofizikusokat már régóta foglalkoztatja az a kérdés, hogy miként jönnek létre a vasnál nagyobb rendszámú elemek. A GW170817 felfedezése előtt széleskörűen elterjedt és elfogadott volt az a hipotézis, miszerint ezen elemekért a nagy kezdeti tömegű csillagok vasmagjának összeomlásából kialakuló (kollapszár) szupernóva-robbanások a felelősek.

A  $8 M_{\odot}$ -nél nagyobb kezdeti tömegű csillagok magjában zajló termonukleáris fúzió a hidrogén- és héliumégést követően stabilan folytatódik a vasmag állapotáig. Amikor azonban a mag elér egy kritikus tömeget, felborul az egyensúly, és a csillag gravitációs összeomlásba (kollapszusba) kezd, amelynek során az inverz béta-bomlás (vagy másképp neutronizáció) hatására a központban kialakul egy szuperkemény neutroncsillag-mag. Az ebben a reakcióban keletkező nagyszámú neutrínó a kialakult különleges körülmények között kölcsönhat a csillag befelé hulló anyagával, miközben az elnyelődő energia egy nagyjából gömbszimmetrikus anyagkiáramlást kelt. Ezen neutrínóindukálta anyagkifúvás léte vezetett arra a következtetésre, miszerint a vasnál nehezebb elemek kialakulása a szupernóva-robbanások számlájára írható, mégpedig az ott lejátszódó gyors neutronbefogás (a fentebb már említett r-folyamat) következményeként. Ha egy atommag befog egy szabad neutron, ami ezután béta-bomlással protonná alakul, az atommag tömegszáma és rendszáma is egy-

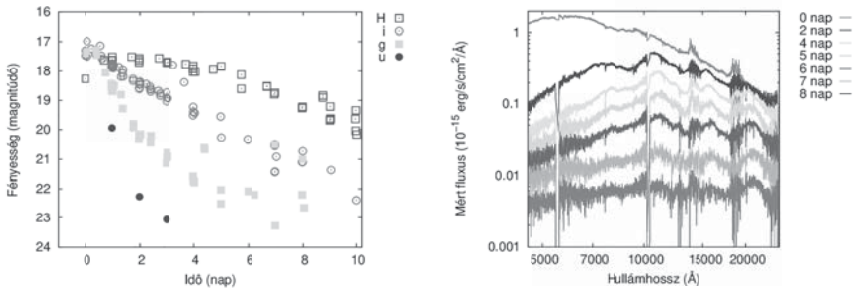
gyel nő. Nagy neutron-sűrűségű anyagfelhőben a neutronbefogás valószínűsége sokkal nagyobb lehet, mint a béta-bomlásé, ezért rövid időn belül nagyon neutrongazdag magok alakulhatnak ki, amelyek ezután radioaktív módon nagy rendszámú magokká bomlanak.

Később azonban, a neutrínófizikai ismeretek bővülésével kimutatták, hogy a fentebb leírt módon lezajló r-folyamat nagyjából csak az 50-60-as rendszámig képes atommagokat létrehozni, így például a 79-es rendszámú aranyat nem, vagy csak csekély mértékben. Ezenkívül a szupernóva-kutatók is arra jutottak, hogy a kollapszár szupernóva-robbanásokban 2-3 nagyságrenddel kevesebb vasnál nehezebb elem jön létre, mint amennyit megfigyeltek, így tehát léteznie kell más folyamatnak is, amelynek során ezek az elemek kialakulhatnak.

A fenti hipotézis és a korábbi elméleti modellek, ezzel együtt a nukleáris folyamatokra vonatkozó feltételezések helyességét a GW170817 felfedezése bizonyította be. Az objektumról készült észleléssorozat olyan nagy visszhangot váltott ki, hogy az észlelést követő egy évben közel 200 referált folyóiratcikk jelent meg róla.

Az elméleti modellek jóslatai szerint a kilonóvák kedveznek a vasnál nehezebb elemek kialakulásának, ugyanis egy neutroncsillag és egy fekete lyuk, vagy két neutroncsillag összeolvadásakor az érintkezés során kidobódó anyagfelhő, illetve az árapályerők létrehozzák az r-folyamatok végbemenetelét lehetővé tevő neutrongazdag közeget. A szimulációk szerint ekkor akár transzurán elemek is keletkezhetnek az anyagfelhőben, amelyek gyakoriságát befolyásolják a kettős rendszer paraméterei, illetve a neutroncsillag anyaga is.

A GW170817 esetén megfigyelt optikai utófénylés egy nagyjából 0,02 nap-tömegű anyagfelhő nagy sebességű (a fénysebesség 30%-ával történő) kido-bódására utalt. Ez az anyagfelhő valószínűsíthetően két komponensből, egy neutronban gazdag és egy neutronban szegény részből tevődött össze. Ezek a megfigyelt spektrumokban is megmutatkoztak: az optikai színekben a kezdeti, erősen kék, magas hőmérsékletű kontinuum jelenléte a kevésbé neutrongazdag, forró felhőnek volt tulajdonítható, míg az egy-két nappal később az infravörös tartományban jelentkező széles emissziós csúcs a neutrongazdag felhőben létrejött, r-folyamatban keletkezett nagy rendszámú atomoktól származott (3. ábra). Ez a megfigyelés látványos bizonyítékkal szolgált arra, hogy nagy mennyiségben jöhetnek létre vasnál nehezebb elemek neutroncsillagok összeolvadásakor végbemenő r-folyamat esetén.



3. ábra: A GW170817 kilonóva optikai utó-fénylésének fénygörbéje

és spektrumának időfejlődése;

(az adatok forrása az Open Kilonova Catalog: <https://kilonova.space>). A fénygörbén a különféle szimbólumok a különböző szűrőkkel készült méréseket jelentik. Látszik, hogy a kék/UV tartományon (u és g szűrők) a fényesség sokkal gyorsabban csökkent, mint a vörös-infravörös régióban (i és H szűrők). A forrás gyors vörösödése is jól megfigyelhető a spektrumon. Itt a 10 000 Å-nél hosszabb hullámhosszakon megjelenő széles „púpok” az r-folyamatban keletkező, vasnál nehezebb elemek (lantanidák) jelenlétére utalnak.

## Tranziens kutatás Magyarországon

Hazánk csillagászatának egyik fő szakterülete a változócsillagok kutatása. Ezen belül kiemelt jelentőségű a szupernóva-robbanások vizsgálata. Az 1970–1980-as években az MTA Piszkestetői Observatóriumában végzett fotografikus égboltnemfigyelések több mint 40 új szupernóva felfedezését eredményezték, amely akkoriban nemzetközi szinten is igen jelentős hozzájárulásnak bizonyult. Az 1990-es évektől kezdve a fotografikus észleléseket fokozatosan felváltották a CCD-kamerás mérések, amelyek inkább a tranziensek időbeli fejlődésének követésére voltak alkalmasak. A 2000-es években szupernóvák asztrofizikájával foglalkozó kutatócsoport alakult a Szegedi Tudományegyetemen, amelyhez hamarosan más hazai intézetek (Bajai Observatórium, MTA Csillagászati Kutatóintézet) munkatársai is csatlakoztak. Ezzel egy időben az ELTE és az MTA Csillagászati Kutatóintézet kutatói a nagy energiájú gamma-kitörések elméleti és statisztikai vizsgálatát kezdték el.

Bár ezekből a kutatásokból nagyszámú, nemzetközi színvonalú eredmény és publikáció született, a hazai kutatások egyik alapvető korlátját jelentette az itthonról elérhető műszerezettség szűkössége. Ebben jelentős fejlődést sikerült elérni 2017-től kezdve az Európai Unió finanszírozására épülő, GINOP 2.3.2-



15-2016-00033 számú, „Tranziens asztrofizikai objektumok” című kutatás-fejlesztési projektnek köszönhetően, amely két, CCD-kamerákkal felszerelt, automata vezérlésű 80 cm-es távcső telepítését és működtetését tűzte ki célul az MTA CSFK Piszkéstetői Observatóriumában és az SZTE Bajai Observatóriumában. Jelen sorok írásakor a piszkéstetői távcső már adatgyűjtést folytat, a Bajára szánt műszer pedig készül. A teljes műszeregyüttes várhatóan a projekt 2020. végi befejezésekor már teljes kapacitással fog üzemelni. A két távcső összehangolt, automatizált működtetésével a hazai tranzienskutatások, beleértve a jelen cikkben tárgyalt árapály-katasztrófák és kilonóvák vizsgálatát is, új lendületet vehetnek majd.

### Irodalom

- Barth, A. J. et al. 2008, *ApJL* 683, L119  
Cenko, S. B. 2017, *Nature Astronomy* 1, 8  
Guillochon, J. & Ramirez-Ruiz, E., 2013, *ApJ* 767, 25  
Horváth, I., 2011, in Meteor csillagászati évkönyv 2012, MCSE, Bp, 291.  
Lodato, G., Rossi, M. E., 2011, *MNRAS* 410, 359  
Rees, M. J., 1988, *Nature* 333, 523  
Shappee, B. J. et al. 2017, *Science* 358, 1574  
Stone, N. C., Metzger, D. B., 2016, *MNRAS* 455, 859  
Vinkó, J. 2012, in Meteor csillagászati évkönyv 2013, MCSE, Bp., 210. o.  
Webb, N. A. et al. 2014, *ApJL* 780, L9

## HORVÁTH ISTVÁN

### A Shapley–Curtis-vita

*„Teremté tehát Isten a két nagy világító testet ... és a csillagokat. És helyezteté Isten azokat az ég mennyezetére.”*

Teremtés könyve (1Móz. 1, 16. –17.)

Az 1920-as években a világról alkotott képünk jelentős változáson ment keresztül.<sup>1</sup> 1930-ra már nemcsak Galaxisról, hanem galaxisokról (sőt galaxishalma-zokról) beszéltünk, és lényegében most is az akkor kialakult kép van előttünk, ha a Világegyetem felépítésére gondolunk. Az évtized csillagászati felfedezései előtt foglalta össze az időszerű problémákat, kérdéseket, és szedte csokorba az addigi ismeretanyagokat az Egyesült Államok Nemzeti Tudományos Akadémiájának (National Academy of Sciences, NAS) 1920-as washingtoni ülésén két előadás. Ezek később a nagy vita (great debate) nevet kapták. Ezen vita 100. évfordulója emlékeztetére íródott jelen cikkünk.

### Már a régi görögök is ...

Világképünk, a világról (mint írtuk, kozmoszról) alkotott elgondolásunk a történelem során többször változott, közelítve a ma használatos elképzelésekhez.<sup>2</sup> Az ember évezredek óta próbálja megérteni a körülötte lévő világot. A régi kor emberének a világot a körülötte levő történések jelentették. A Föld legyen lapos vagy gömbölyű, életünk színtere. Az ókori civilizációkban a teljes világot jelentette. A világ keletkezéséről alkotott képét a legtöbb nép teremtményszoban meséli el, amelyben az Isten vagy istenek teremtik a világot. A világ akkoriban csak a Föld felszínét az ember életének terét jelentette. Egészen a XVI. század

- 
- 1 Világon itt a fizikai világot értjük, azaz a Világmindenséget (Világegyetemet), amit a görög kozmosz (κόσμος) szóval is szokás megnevezni, nagyon helyesen, hiszen jelentése világ (esetleg rend, így az ókorban rendezett világ).
  - 2 Jelen cikkben csak a fizikai világról alkotott tudományos elképzeléseket tárgyaljuk.

végéig ez csak a hét égitesttel (Nap, Hold és az öt bolygó) és a csillagok kristályszférájával egészült ki.

A világot már a kezdeti gondolkodók is égi és földi részre osztották. A kettő egyesítéséhez a modern fizika megszületésére kellett várni egészen a XVII. századig. Addig viszont jórészt különböző törvények által irányítottak tekintették őket. De már a görögöknél is akadtak kivételek, olyan tudósok, akik az égi objektumok helyét, mozgását nem istenek behatásával magyarázták. Ilyen volt legkorábban Anaximandrosz (Kr. e. 610–547) (Crescenzo, 2000). A földi világ bonyolult ugyan, de a Föld alakját nem csak a görögök ismerték. Már a görögök előtt a babiloniakat is érdekelte az égi jelenségek vizsgálata. Az ókori nézetekben azonos, hogy a csillagok egy közös szférán nyugszanak, hiszen egymáshoz képest (látszólag) nem változik helyzetük.

Az égi mozgások megfigyelése és előrejelzése (például csillagjósolás) nagy fontossággal bírt. Hipparkhosz (Kr. e. 190–120) és elődei (például Eudoxosz (Kr. e. 390–337), Arisztotelész (Kr. e. 384–322), Apollóniosz (Kr. e. 265–190)) eredményeire és adataira támaszkodva Klaudiosz Ptolemaiosz (90–168) írta az arab fordítás után Almagesztnek nevezett művét. Ebben a gömb alakú Földet tekinti a mindenség központjának, amely körül kering a hét égitest és a csillagok szférája.<sup>3</sup> Ptolemaiosz modellje több mint ezer évig lehetővé tette a bolygók égi helyzetének előre történő kiszámítását. Nem véletlenül ezt a világképet ma is ptolemaioszi világképnek nevezzük. Számoszi Arisztarkhosz (Kr. e. 310–230) viszont úgy gondolta, hogy a Föld kering a Nap körül. Ezt a nézetét a középkorban is ismerték, és Kopernikusz (1473–1543) is hallott róla itáliai egyetemi tanulmányai során (Koestler, 2007). Kopernikusz érdeme, hogy kidolgozta a Nap-középpontú rendszer matematikáját. Sajnálatos módon ez nem volt egyszerűbb, mint Ptolemaioszé, sőt mint Arthur Koestler (1905–1983) ezt megállapítja (Koestler, 2007) a kopernikuszi rendszer több epiciklust tartalmazott, mint a ptolemaioszi.<sup>4</sup>

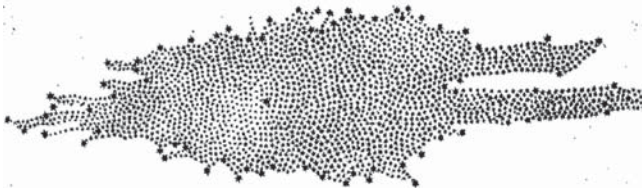
3 Megjegyezzük, hogy az Almageszt tartalmazza Hipparkhosz 850 csillagpozíciójának adatait is. Ez azért fontos, mert Hipparkhosz eredeti munkája nem maradt ránk.

4 Kopernikusz megközelítése is nagyon hasonló volt Ptolemaioszéhoz, ezért, mint azt Koestler is írja, műve által Kopernikusz is az ókori szerzők közé sorolandó. De lényeges, hogy e művével a Nap-középpontú rendszer gondolata terjedhetett.

## A modern tudományok születése

Tycho Brahe (1546–1601) méréseit felhasználva Kepler (1571–1630) jött rá a XVII. század elején, hogy a bolygók mégse körpályán mozognak. Galileo Galilei (1564–1642) és mások távcsövekkel tesznek fontos felfedezéseket; a Vénusz fázisai, a Jupiter négy holdja (melyek bizonyosan nem a Föld körül keringenek), a Hold hegyei stb. A század végére megszületik a fizika (Robert Hooke (1635–1703), Christiaan Huygens (1629–1695), Isaac Newton (1642–1727) és mások). Kialakulnak az alapvető fizikai fogalmak (erő, impulzus stb.), és megalkotják az ezek leírásához szükséges matematikai apparátust (differenciál- és integrálszámítás, differenciálegyenletek).

A XVIII. századi világtkép tehát a végtelen űr, benne az egymástól távol levő csillagoknak nevezett forró gázgömbökkel. Vannak még nem csillagszerű, hanem kiterjedt világító ködök és sötét fényelnyelő ködök is. Lényeges módosítást jelentett ezen a képen, hogy William Herschel (1738–1822) csillagszámlálással bebizonyította (Herschel, 1785), hogy egy milliárdnyi csillagból álló lapult korongban helyezkednek el világunk említett objektumai (1. ábra).<sup>5</sup> A csillagokkal egyenletesen betöltött világűr elképzelést felváltotta egy nagy csillagváros képe. Kérdés volt még, hogy hogyan keletkeztek a csillagok, és hogyan keletkezett a csillagváros, illetve maga az egész világ. Vagy a világunk már végtelen ideje létezne?



1. ábra. Herschel világa csillagszámlálásai alapján (Herschel, 1785).

A XIX. század első felében a legtöbb csillagász a világító ködöket a Tejútrendszer részének tekintette. Tehát világtképük szerint a világ sok milliárd csillagból áll ugyan, de ezek egy nagy csillagvárosban, a Galaxisban találhatók. Hogy mi van a Galaktikán kívül, azt nem tudjuk, de valószínűleg semmi. Immanuel Kant (1724–1804) volt az (Thomas Wright (1711–1786) angol földmérő mérnök könyve alapján), aki azt gondolta, hogy a spirális alakú ködök

5 Herschel eredetileg mintegy 100 millióra becsülte a csillagok számát (Asimov, 1965).

talán ugyanolyan csillagvárosok, mint a mi Tejútrendszerünk (Ferris, 1985). A könyvecske, amiben ezt közzétette, nem volt lényeges hatással tudósvilágra.<sup>6</sup> Annál inkább Pierre-Simon Laplace (1749–1827) elképzelése, aki csillagok keletkezési helyének gondolta a spirálködöket (Laplace, 1796). Így egészen az 1860-as évek végéig szinte mindenki ezt fogadta el. Később a híres spektroszkópus, William Huggins (1824–1910) megvizsgálta a ködök színképét, és azt találta, hogy a spirálködöké a csillagszínképekre hasonlít, míg sok más ködé a gázok színképére. Ez jó érv volt azon elképzelés mellett, hogy a spirálködök csillagvárosok. 1885-ben az Andromeda-ködben megjelent egy új csillag. Ma már tudjuk, hogy ez egy szupernóva volt, de a XIX. század végén még azt se tudták hogyan termelnek energiát a csillagok. Nem ismerték az elemi részecskéket, nem ismerték az atommagot, az atommagok szerkezetét, hovatovább még azt gondolták, hogy az atomok oszthatatlanok (egyesek az atomok létét is kétségbe vonták). Nem csoda hát, hogy senki se gondolt arra, hogy léteznek olyan csillagok (a szupernóvák), amelyek heteken keresztül képesek túlragyogni akár a galaxisukat is.

### A csillagászat tovább fejlődik, fényképezés, spektroszkópia

Mint említettük, csillagokon és bolygókon kívül kiterjedt objektumokat is megfigyeltek a távcsöves észlelők. Ezek egy része csillagokra volt bontható, például a nyílt- vagy a gömbhalmazok. A csillagokra nem bontható, kiterjedt objektumok lehetnek fénylő ködök vagy egyesek szerint nagyon távoli és halvány csillagokból álló csoportosulások (*színes képmellékletek I. oldal*). Ezeket az ún. mélyég-objektumokat először Charles Messier (1730–1817) listázta 1771 és 1781 között. A lista eredetileg 103 égi ködöt<sup>7</sup> tartalmazott, de később 110-re bővítették. William Herschel 1786-ban kiadott első katalógusa 1000 mélyég-objektumot tartalmazott, amelyhez Herschel később még ezret hozzatett, majd újabb 500-at. Fia, John Herschel (1792–1871) 1864-ben kiadott katalógusában már 5079 szerepelt, ennek neve General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars volt. John Louis Emil Dreyer (1852–1926) katalógusa

6 A könyv kiadója tönkrement, így a könyv raktáron maradt (Whitney, 1978).

7 Az 1784-ben közzétett listát Messier és Pierre Mechain (1744–804) állította össze (Whitney, 1978).

New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars néven, rövidebben New General Catalogue (ennek ismerős rövidítése az NGC) jelent meg 7840 tétellel 1888-ban. Ezeket a fénylő égi ködöket már maga Herschel is hét kategóriára osztotta. Történetünk szempontjából azok az érdekesek, amelyekben nagy távcsövekkel se lehetett csillagokat felfedezni.

A távcsöves felfedezéseket jelentős újítások/felfedezések is segítették. A fontosabbak közé tartozik a fényképezés és a színeképelemzés. Az első csillagászati felvételt John William Draper (1811–1882) készítette a Holdról 1840-ben. Newton óta használták a prizmat a fény színekre bontására. 1802-ben William Hyde Wollaston (1766–1828) volt az első, aki a Nap fényében sötét vonalakat látott. Wollaston azt hitte, hogy ezek a színek természetes határai. Ezt az elképzelést 1815-ben Joseph von Fraunhofer (1787–1826) megcáfolta. Fraunhofer prizma helyett már diffrakációs rácsot használt a színeképvizsgálatához. Gustav Kirchhoff (1824–1887) és Robert Bunsen (1811–1899) 1859-ben felfedezték, hogy a gázok vonalas színekéből következtetni lehet anyagi minőségükre. Ennek alapján az égitesteket alkotó elemekre is lehet következtetni. Kirchhoff ezt a Napra is alkalmazta. Ekkor született meg az asztrofizika. Az első felvételt Naptól különböző csillagok színeképéről (Sirius, Capella) 1863-ban William Allen Miller (1817–1870) és William Huggins készítették. Az első mélyég-objektumról készített színeképfelvételt (Orion-köd) Henry Draper (1837–1882, John William fia) készítette 1880-ban. Eközben a laboratóriumi spektroszkópia is fejlődött. Megállapították, hogy hevített gázok színeképében fényes vonalak vannak, azaz csak nagyon kevés frekvencián történik sugárzás. Folytonos színeképet gázon átengedve a folytonos színekéből a gáz éppen a rá jellemző frekvenciákon elnyeli a sugárzást. A csillagok spektruma tipikusan ilyen. A jelenség fizikáját először majd csak a Bohr-féle atommodell magyarázta meg 1913-ban<sup>8</sup>, de a jelenség már a XIX. században is ismert volt.

Huggins több mélyég-objektumnak (égi ködnek) is vizsgálta a színeképét. Voltak közöttük emissziós színeképek (ezeknél csak egyes frekvenciákon tapasztalunk sugárzást), ezeket a ködöket helyesen gázködöknek gondolták. Voltak azonban olyan ködök is, amelyek színeképe folytonos, ilyenek például a spirálködök, amelyeket ma galaxisoknak gondolunk. Ha nem túlságosan

8 Niels Bohr (1885–1962) a róla elnevezett atommodell felállításáért 1922-ben fizikai Nobel-díjat kapott.

fényes csillagok közelében van a csillagközi anyag, akkor nem tudja a csillagfény gerjeszteni, de a köd esetleg ekkor is látható, mert a porról a csillagfény visszaverődhet. Ez esetben a köd fénye hasonló lesz a (környező) csillagokéhoz. Huggins spektroszkópiai mérései döntőek lehettek volna a spirálködök mi-  
benlétével kapcsolatban, hogy vajon Kantnak vagy Laplace-nak volt-e igaza. Mint említettük, Kant elmélete, hogy a spirálködök csillagvárosok, észrevétlen maradt. Laplace elképzelése terjedt el a tudósok között, amely szerint ezek születőben lévő csillagok, illetve bolygórendszerek.

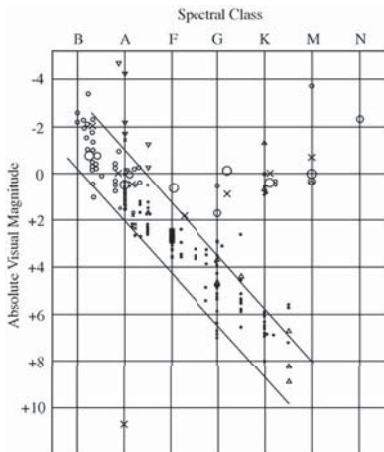
1885-ben Ernst Hartwig (1851–1923) egy új csillagot vett észre az Andromeda-ködben, amely a felfedezést követő napon egészen 5,85 magnitúdóig fényesedett. A két lehetséges magyarázat egyike szerint egy csillagvárosban felfényesedik egy csillag, amely milliónyi-milliárdnyi csillag fényességével ragyog. Ma már tudjuk, hogy ez a helyes magyarázat, de 1885-ben ezt csak kevesen gondolták. A másik magyarázat hihetőbb volt: a spirális ködben, amely egy összecsomósodó forgó gázköd, felfénylik egy születőben levő csillag. Ez a magyarázat csak úgy lehetett volna helyes, ha a csillag évekig-évtizedekig, sőt tovább világít, de fél év múlva már csak 14 magnitúdós volt. Nem baj, gondolták a csillagászok, a születő csillag először csak felsír, majd amikor stabilizálódik, újra világítani fog.

### **A csillagászati távolságmeghatározás fejlődése a XIX–XX. század fordulóján**

Most pedig ismerkedjünk meg Edward Charles Pickeringgel (1846–1919) és az ő számolóival! Pickering 1876-tól haláláig a Harvard Egyetemen dolgozott. Testvérével Williammel (1858–1938) csillagvizsgálót épített az arizonai Flagstaffban és a perui Arequipában. Azt itt készült felvételek alapján a csillagok osztályozásával foglalkozott. Összesen 250 ezer felvételt és 225 ezer csillagszínképet készített, amelyek elemzésére közel negyven nőt alkalmazott „számolóként” (computer). Ezek közé tartozott Annie Jump Cannon (1863–1941), aki négy egyetemnek is tiszteletbeli doktora lett (az első nő az oxfordin), és Henrietta Swan Leavitt (1868–1921, 2. ábra), aki 1895-ben került a Harvardra, ahol azt a feladatot kapta, hogy keressen a fényképeken változócsillagokat. Leavitt több mint 2400 cefeida típusú változócsillagot fedezett fel, és még legalább ugyanennyit vizsgált meg. Egy idő után összefüggést talált a változócsillagok

fényessége és fényváltozási periódusa között. Ezt azért tudta megtenni, mert a csillagok többsége a Nagy- és Kis-Magellán-felhő nevű csillagcsoportosulásban volt található. Leavitt 1908-ban publikálta, hogy a fényesebb cefeidáknak hosszabb a periódusuk (Leavitt, 1908), majd 1912-ben kimutatta, hogy a Kis-Magellán-felhő 25 cefeidája esetén e két mennyiség között matematikai összefüggés állítható fel (Leavitt és Pickering, 1912). Ennek segítségével lehetőség nyílt a távolság meghatározására. A módszer kalibrálásához meg kellett állapítani legalább egy, de inkább több (közeleli) cefeida távolságát.

Szintén 1912-höz kapcsolódik egy másik fontos eredmény. Vesto Melvin Slipher (1875–1969) kimérte néhány spirálköd spektrumát. Slipher a csillagászati spektroszkópia egyik úttörője volt. Egész munkássága során az arizonai Lowell Observatóriumban dolgozott, ahova maga Percival Lowell (1855–1916) vette fel 1901-ben, majd nevezte ki megbízott igazgatónak 1916-ban. Slipher Lowell utasítására kezdte el a spirálködök spektrumának vizsgálatát. 1912 és 1917 között 25 spirális köd radiális sebességét mérte meg (Kun, 2012). 1925-re ez a szám már 45-re növekedett. Átlagos radiális sebességnek a csillagoknál megszokott érték többszörösét kapta,



3. ábra. A szín-fényesség diagram Russell eredeti cikkéből (Russell, 1914).



2. ábra. Henrietta Swan Leavitt, aki a Harvardon Pickeringgel együtt kimutatta a cefeida változócsillagok periódus-fényesség összefüggését.

nagyjából 650 km/s-ot. De mért 1600 km/s értéket is (Ferris, 1985). Néhány esettől eltekintve mind tőlünk távolodott. Úgy látszott, hogy ha ezek a Tejútrendszerben is vannak, nincsenek gravitációsan kötve.

Ebben az időben (1910-es évek eleje) Ejnar Hertzsprung (1873–1967) és Henry Norris Russell (1877–1957) egymástól függetlenül felfedezte a csillagok színe és fényessége közötti összefüggést, a róluk elnevezett Hertzsprung–Russell-diagramot (Gribbin, 2004) (3. ábra).



## A vita két előadója

Ilyen előzmények után köszöntött be az 1920-as év, amelyben a nagy vitát rendezték. A javaslattevő 1919 végén George Ellery Hale (1868–1938) a nagy távcsőépítető volt.<sup>9</sup> Hale apja William Ellery Hale (aki felvonók gyártásából gazdagodott meg) tiszteletére felajánlást tett a Nemzeti Tudományos Akadémián tartandó előadásokra. Hale javasolta, hogy az 1920-as washingtoni ülésen két előadás hangozzék el vita formájában. Hale két témát javasolt, a sziget csillagvilágok témáját, illetve a relativitáselméletet. Charles Greeley Abbotttal (1872–1973) az akadémia titkárával történt egyeztetés után a Világegyetem mérete (*The Scale of the Universe*) címben maradtak.

A téma időszerű volt, hiszen Shapley nemrég közölte elképzelését arról, hogy a Tejútrendszer szerinte sokkal nagyobb, mint addig gondolták, illetve a Naprendszer távol fekszik annak közepétől. Harlow Shapley (4. ábra) a Missouri-beli Nashville-ben született 1885-ben. Állítása szerint a véletlenül múlt, hogy csillagász lett belőle.<sup>10</sup> Doktori dolgozatát Henry Norris Russellnél írta Princetonban fedési változócsillagok témában 1914-ben. Ezután Hale meghívására a kaliforniai Mount Wilson Observatóriumba ment kutatni. A gömbhalmazok cefeida változóinak megfigyelésével megállapította a közeli halmazok távolságát. Ezekben a cefeidák fényességét összehasonlította a vörös óriások és a szuperóriások fényességével, ezáltal megállapítva azok abszolút magnitúdóját, majd ennek felhasználásával a távoli gömbhalmazok távolságára adott becslést. A csillagközi anyag (por, gáz) elnyelése még nem volt közismert, ezért csakúgy, mint a többi csillagász, Shapley sem vette figyelembe ezt a hatást. Az akkor elterjedt nézet szerint a Nap a 7-15 ezer fényév méretű Tejútrendszer közepén foglal helyet.<sup>11</sup>

9 Hale építette a világ legnagyobb lencsés távcsövét (Yerkes Observatórium, 102 cm), a Wilson-hegyi 1,5 és 2,5 méteres tükrös távcsöveket (Hale-távcső, 60 hüvelyk; Hooker-távcső 100 hüvelyk), valamint az 5 méteres (200 hüvelyk) tükröset a Palomar-hegyi csillagvizsgálóban, amelyet ugyancsak róla neveztek el.

10 Újságíró szakra szeretett volna beiratkozni, de abban az évben az nem indult. A szakok névsorában első archeológia szót ki se tudta mondani, ezért a következőre (astronomy) iratkozott be (Whitney, 1978).

11 A legtöbben valóban ilyen kicsinynek tartották csillagvárosunkat, bár Kapteyn saját csillagszámlálási eredményei alapján Galaxisunkat 50-55 ezer fényév nagyságúnak gondolta (Tóth, 2013).

Shapley mérései szerint csillagvárosunk legalább hússzor ekkora<sup>12</sup>, és a Naprendszer nem a központban, hanem attól lényegesen távolabb, mintegy 50 ezer fényévre található (a jelenlegi elfogadott érték kb. 26 500 fényév). Ezen eredményeket Shapley teljesen egyedül érte el, és közölte a mindenki által elfogadott nézetekkel szemben. Ezért őt hívták meg az egyik előadónak. Még a vita évében meghívták a Harvard csillagvizsgáló igazgatójának, és az állást el is fogadta.

Másik előadónak eredetileg William Wallace Campbellt (1862–1938) a Lick Csillagvizsgáló igazgatóját akarták meghívni, de végül is beosztottja Heber Doust Curtis kapta a felkérést (4. ábra). Curtis Michigan államban született 1872-ben. Iskoláit Detroitban végezte, majd diplomáját a University of Michiganon szerezte. Ezután klasszikus nyelveket (latin, görög) tanított Kaliforniában. 1900-ban önkéntesként részt vett a Lick Observatórium napfogyatkozás-expedíciójában. Majd Vanderbilt-ösztöndíjjal a Virginiai Egyetemre került, ahol 1902-ben csillagászból doktorált. Ezután 1920-ig a Lick Csillagvizsgáló munkatársa volt, ahol fő feladata a ködök megfigyelése volt. Curtis, akárcsak Shapley, munkahelyet váltott 1920-ban, az Allegheny Csillagvizsgáló igazgatója lett.



4. ábra. A két előadó, Harlow Shapley (1885–1972) és Heber Doust Curtis (1872–1942).

12 Shapley szerint Világunk (a Tejútrendszer) 300 ezer fényév nagyságú. A XX. század második felében a 100–150 ezer fényéves értéket fogadták el. A XXI. század elején azonban már 200 ezer fényévnél is nagyobboknak gondolták galaxisunkat. A legújabb eredmények szerint a Galaxis mérete még a Shapley szerinti 300 ezer fényéves nagyságot is eléri (Fukushima és mtsai, 2019).

## A nagy vita részletei

Eredetileg két 45 perces előadást terveztek, de Shapley szerint 35 perc is elegendő lenne. Curtis kevesellte a 35 percet, így alakult ki a 40 perces előadások kompromisszuma (Hoskin, 1976). Az előadások 1920. április 26-án hangzottak el Washingtonban. Virginia Trimble a vita 75 éves évfordulóján közölt egy összefoglaló cikket (Trimble, 1995), amelyben említi a 75 éves évfordulón a gamma-kitörésekről tartott vitát is. Ezekről és még két másik csillagászat témájú vitáról tájékozódhat az olvasó a NASA Great Debates in Astronomy oldalain,<sup>13</sup> ahol megtalálható a Shapley–Curtis-vita publikált anyaga (Shapley és Curtis, 1921), az azzal kapcsolatos publikációk, valamint a két résztvevő nekrológja. Trimble az említett cikkében pontokba szedte a vitán elhangzott állításokat. Ezek a pontok a következők:

1. A gömbhalmazokban megfigyelt F, G és K csillagokról Shapley azt állította, hogy óriáscsillagok –3 körüli abszolút magnitúdóval. Ennek következtében a gömbhalmazok átlagos távolsága 10–30 kpc. Curtis azt gondolta, hogy ezek a csillagok törpék nagyjából +7 abszolút magnitúdóval, tehát a gömbhalmazok átlagos távolsága 1–2 kpc. Amikor a Palomar-hegyi 5 méteres Hale-távcsővel történt megfigyelésekkel a szín-fényesség diagramon már meg tudták figyelni a fősorozati töréspontot (lásd például Sandage 1953), kiderült, hogy alapvetően Shapleynek volt igaza.
2. A gömbhalmazokban megfigyelt B típusú csillagokról Shapley azt állította, hogy abszolút magnitúdójuk 0 körüli, hasonlóan a Naphoz közeli késői B és korai A csillagokhoz. Curtis azt állította, hogy probléma van az adatokkal, mert a Naprendszerhez közeli legfényesebb kék csillagok

13 A Jerry Bonnell és Robert Nemiroff által kezelt [https://apod.nasa.gov/diamond\\_jubilee/debate.html](https://apod.nasa.gov/diamond_jubilee/debate.html) oldalon összefoglaló található az Gustav Tammann (1932–2019) és Sidney van den Bergh (1929–) közti 1996-os (The Scale of the Universe), valamint a James Peebles (1935–) és Michael Turner (1949–) közti 1998-as (The Nature of the Universe) vitáról. A 75 éves évfordulón 1995-ben tartott vita (The Distance Scale to Gamma-ray Bursts) a gamma-kitörések eredetéről folyt. Bohdan Paczynski (1940–2007) képviselte a kozmikus eredetet, míg Donald Q. Lamb (1945–) a kitörések galaktikus eredete mellett érvelt.

fényesebbek, mint a legfényesebb vörös csillagok, míg a gömbhalmazokban ez fordítva van.

Walter Baade az 1940-es évek elején oldotta meg ezt a kérdést a kétféle csillagpopuláció felfedezésével. Tehát mind a két félnek igaza volt a saját állításában.

3. A cefeidák mint távolságindikátorok. Shapley a Nagy-Magellán-felhőben talált periódus–luminozitás relációt használta a gömbhalmazok távolságának meghatározásához. A nullpont kalibrálásához a galaktikus síkban levő ismert távolságú cefeidákat használt. Curtis szerint a galaktikus cefeidáknál nem bizonyított a periódus–luminozitás reláció. Több adat kell szerinte.

A megoldást ismét Baade szolgáltatta az 5 méteres távcsővel, mivel nem talált RR Lyrae változókat az Andromeda-galaxisban. Curtisnek igaza volt, hogy több adatra van szükség, de a több adat Shapleyt igazolta, a cefeidák jó távolságindikátorok, de tudni kell, hogy többfajta „cefeida” van (legalább háromféle: I-es típusú, II-es típusú és RR Lyrae).

4. Jól használható módszer-e a spektroszkópiai parallaxis? Shapley szerint igen, ha az óriások felszínén uralkodó gravitációra utaló vonalarányokat meg tudjuk figyelni a közeli csillagokban. Curtis szerint ezek csak a megfigyelt 100 parszekon belüli régióban használhatók.

Shapleynek ebben is igaza volt.

5. Curtis a csillagszámlálásokra hivatkozva állította, hogy a Tejútrendszer (viszonylag) kicsi. Curtis szerint a spirálködkben a csillagok között nincs jelentős por. Shapley erről a témáról nem beszélt, talán azért, mert ő gömbhalmazokkal kapcsolatos elemzése során szintén elhanyagolta a csillagközi elnyelést.

Ebben mind a ketten tévedtek, mint az Trumpler méréseiből később kiderült (Trumpler, 1930) a galaktikus síkban a por és ezáltal az elnyelés jelentős, és így fontos tényező.

6. Csillagfejlődés. Ennél a pontnál Virginia Trimble megjegyzi (Trimble, 1995), hogy abban az időben a Naprendszer keletkezésére nem a ma elfogadott gázködkből való kialakulás, hanem a Jeans-féle modell, a csillagok ütközése általi kialakulás volt elfogadott. Itt lényeges, hogy 1920-ban nemcsak a csillagok kialakulását és működését nem értettük még, hanem felfedezésre várt lényegében a teljes kvantummechanika, a Schrödinger- és Dirac-egyenletek, a Heisenberg-féle határozatlansági

reláció, valamint nemcsak a pozitron, hanem a neutron is, így az atommag összetétele sem volt ismert, hogy a magerőket és a magenergiát már ne is említsük. Trimble mindazonáltal e pontban Curtis véleményét tartja helyesnek, aki azt mondta, hogy a spirálködöknek nincs köze a csillagkeletkezéshez, ami valóban igaz.

7. A spirálködök égi eloszlása. Köztudott, a Tejút síkjában alig-alig látunk spirál-ködöket, míg a galaktikus pólusok környezetében hemzsegnék. Simon Singh állításával ellentétben Shapley nem beszélt erről a témáról (Singh, 2004). Curtis szerint semmi nem zárja ki, hogy miként más spirálködök esetében, a galaktikus korongon kívül egy porgyűrű legyen, ami megakadályozza a távoli halvány ködök megfigyelését.

Curtis nem járt nagyon messze a valóságtól, de elvétette a lényegét, hogy a porködök a csillagokkal összekeveredve a Tejútrendszer részei.

8. A nóvák abszolút fényessége. Mindketten egyetértettek abban, hogy nóvák figyelhetők meg a Tejútban és a spirálködökben is. Shapley szerint az a feltételezés, hogy a spirálisok galaxisok, elfogadhatatlanul nagy fényességet eredményezne e csillagoknak. Curtis szerint azonban a Tejútrendszer sokkal kisebb, így a spirálködök is, vagyis nincs gond a közelebbi, de Tejútrendszeren kívüli hasonló méretű galaxisokkal és a nóvákkal. Azt Curtis is elismerte, hogy az 1885-ben megfigyelt S Andromedae csillag fényesebb, mint az átlagos nóva, illetve az 1572-ben megfigyelt Tycho-féle is hasonló lehetett. Szerinte nem kizárt, hogy két nóvatípus létezzen. Helytelen feltételezésből (a Tejútrendszer kis mérete) helyes sejtésre jutott.

1933-ban Baade és Zwicky alkotta meg a szupernóva szót és a nóvák egy új osztályát. Megjegyezzük, hogy a nóvák kalibrációjánál négy megfigyelt esemény volt. Ezt a kalibrálást Curtis hajlandó volt elfogadni, míg a hasonló kalibrálást a galaktikus cefeidák esetében nem.

9. A spirálködök Slipher által mért nagy sebességére egyikük se tudott helyes magyarázatot adni. Hubble és Humason (az 1920-as évek végén tett) megfigyelései nyomán sikerült a kérdést tisztázni (táguló Világegyetem).
10. Shapley rámutatott, hogy a spirálködök központja sokkal fényesebb, mint azt a Tejútrendszerben mérjük. Curtis e témában csendben maradt. Shapleynek igaza volt a mért adatokban, de a magyarázata helytelen volt. A magyarázat itt is a csillagközi anyag elnyelésében rejlett.

11. Curtis mérésekre hivatkozva azt állította, hogy spirálisok színe és spektrumvonalai a csillagokéhoz, illetve a csillaghalmazokéhoz hasonló, ezért maguk is csillagok halmazai.  
E témában Shapley maradt hallgatólag. Mint tudjuk, Curtisnek igaza volt.
12. A Napunk a Galaxis centrumában van? Shapley szerint nem. Szerinte a ma Gould-övnek nevezett csillagcsoportosulás becsapta a többieket.  
Curtis szerint a központban vagyunk.  
E témában Shapleynek volt igaza.
13. A spirálisok forgása. Van Maanen mérései szerint a spirálködök forognak (Maanen, 1916). Shapley szerint ez végzetes csapás a Galaxis teóriának. Curtis egyetértett, de szerinte a mérés nem meggyőző, mivel a hiba megközelíti a mért értéket.  
Curtisnek lett igaza. Van Maanen jó barátja volt Shapleynek, ezért Shapley könnyen hitt neki. Viszont a forgás kimutatása valóban peröntő lett volna.

### **Mindketten győztek, és egyikük se**

A fentiekből is látszik, hogy nehéz eldönteni, kinek volt igaza, de talán nem is ez a lényeg. Az olvasó, ha akarja maga is számolhat egy eredményt a fenti pontok alapján. Ez esetben is döntetlen közeli eredmény adódik. A legtöbb valóban szakmai írás úgy fogalmaz, hogy mindketten győztek, és egyikük se győzött. Amikor saját megfigyeléseikre támaszkodtak, akkor igazuk volt (pl. Shapley fotometriai megfigyelései a gömbhalmazok csillagairól, vagy Curtis spirálköd-megfigyelései), de problémás volt, ha mások által megfigyelt adatokra támaszkodtak (pl. van Maanen megfigyelése a spirálisok forgásáról). A legtöbb szakirodalom megemlíti, hogy Shapley közelebb járt az igazsághoz a Tejútrendszer méretével kapcsolatban, valamint a Nap helyzetéről a Galaxisban. Curtisnek igaza volt a spirálködökkel kapcsolatban, és jól sejtette meg, hogy kétfajta nóva is létezhet. De mindketten tévedtek több dologban (pl. a csillagközi por elhanyagolhatóságát illetően).

Sajnos a legelterjedtebb nézet, hogy a vita a spirálgalaxisokról szólt, és így a vitát Curtis nyerte. A YouTube-on több videó is található erről. Maga a vita lezajlása is érdekes, ugyanis nem volt vita, hanem csak két előadás. Az előadások előtt hosszabb díjátadási ceremóniát tartottak, így a közönség már elég fáradt

volt. Több forrás is helytelenül állítja, hogy Einstein jelen lett volna (például Ferris, 1985; Singh, 2004; Tóth, 2013).<sup>14</sup> Az Einstein-életrajzokban ez ellenőrizhető, lévén Einstein első amerikai útja 1921-ben volt, nem lehetett 1920-ban az előadásokon jelen. Egy másik többször előforduló tévedés, hogy a vita 1921-ben lett volna. Ennek alapja, hogy a két előadás nyomtatott formában csak 1921-ben jelent meg (Shapley és Curtis, 1921). Shapley figyelembe vette, hogy a hallgatóság többsége nem volt szakcsillagász, ezért a legegyszerűbb fogalmakat is részletesen elmagyarázta. Curtis viszont szakmaibb előadást tartott, ezért a helyszíni benyomás az lehetett, hogy Curtis volt a szakszerűbb. Curtis nagy súlyt helyezett a spirálisokra, míg Shapley az előadás címére koncentrált, mekkora az Univerzum. Shapley így emlékszik vissza később:

„Témánk a Világegyetem léptéke volt. Beszédemben erre készültem, és erről szóltam. Én úgy hiszem, megnyertem a vitát a megjelölt témában. Nekem volt igazam, és Curtis tévedett a legfontosabb dologban, a méretben. A Világegyetem nagy, ő pedig kicsinek gondolta. Curtis kezdettől fogva más témáról beszélt. Arról, hogy a spirálgalaxisok a mi rendszerünkben vagy rajta kívül vannak. Szerinte kívül vannak. Én pedig azt mondtam, hogy én nem tudom mik azok, de a meglevő bizonyítékok szerint nem kívül vannak. De nem ez volt a megjelölt téma. Curtis szalmabábbal hadakozott és azt legyőzte.” (Whitney, 1978). A Világegyetem ebben a szövegben akkor a Tejútrendszert jelentette.

Ezzel ellentétben, mint azt Ferris is leírja (Ferris, 1977) az a nézet terjedt el, hogy Curtis legyőzte Shapleyt. Megismételjük, hogy egyes állításokban egyiküket igazolták a későbbi kutatások, másokban a másikukat. Valóban a két legfontosabb állítás a spirálködök mibenléte és a Tejútrendszer mérete. Az előbbiben Curtisnek, az utóbbiban Shapleynek lett igaza. Shapleynek abban igaza volt, hogy az előadások címe is a Világunk mérete volt, és bár Shapley kissé túlbecsülte a Tejútrendszer méretét, mégis közelebb állt a valósághoz, mint Curtis. Nem beszélve az abban elfoglalt helyzetünkről. Curtis valóban többet beszélt a spirálisokról, és utólag is ez vonzott nagyobb érdeklődést. Ha e két fontos témát vesszük (szándékosan nem számítjuk a Naprendszer helyzetét a galaxisban), akkor is döntetlenre áll a vita. Valóban igazságtalan Shapleyvel, hogy a köztudatban a spirálgalaxisok mibenlétét tekintik a vita egyetlen említésre méltó tárgyának. Milyen volt a vita idején a tudományos közvélekedés?

14 Singh szerint az unalmas felvezetés alatt Einstein odasúgta a szomszédjának „Éppen most gondoltam ki egy új örökkévalóság-elméletet” (Singh, 2004).

Túlnyomó többség a kisebb méretű Galaxis nézetet fogadta el, és a többség abban is Curtis-szel értett egyet, hogy a spirálködök nem a Galaxisban találhatók. Éppen ezért Curtis helyett más is érvelhetett volna, de talán senki nem helyettesíthette volna Shapleyt. Shapley teljesen egyedül határozta meg a gömbhalmazok távolságát a cefeidákra támaszkodva, és határozta meg a Galaxis központját mint távoli helyet. Fontos felhívni még a figyelmet arra, hogy az előadások publikált változata (Shapley és Curtis, 1921) terjedelemben lényegesen meghaladja az előadottakat. Negyven perc bizonyosan nem volt elegendő a nyomtatásban megjelentek részletes kifejtésére.

Mint írtuk, sok részletben egyiküknek, sokban másikuknak volt igaza. Megállapítható, hogy két jól felkészült szakcsillagász tartott egy-egy kiváló előadást, a kor legfrissebb eredményeit összefoglalva. Ezzel kapcsolatban érdemes idézni Shu (1982) könyvét: „A Shapley–Curtis-vita nem csak érdekes történelmi dokumentum. Érdemes tanulmányozni, ahogy két kiváló tudós, hiányos és néha téves adatokból ellentétes következtetésekre jut.” Az 1920-as és részben az 1930-as években a két fő kérdés, a Galaxis mérete (és benne helyünk) és a spirálködök mibenléte és mérete nagy viták tárgyát képezte jelentős számú csillagász részvételével. De a „nagy vita” kifejezés ezzel a témával kapcsolatban mindig az 1920-as két előadásra utalt. A nagy vita szellemi hatását érzékeltetik a már említett további csillagászati nagy viták megtartása a 75. évforduló után. A 100 éves évfordulón érdemes megemlékeznünk arról, hogyan formálta a nagy vita és az általa generált további kutatások a Világról alkotott elképzelésünket.

## Irodalom

- Asimov, I. 1965, Of Time and Space and Other Things. 75. oldal, The Black of Night. Doubleday, N. Y.
- Crescenzo, L. De, 2000, A görög filozófia rendhagyó története, Tericum Kiadó, Budapest
- Ferris, T. 1985, A vörös határ, Gondolat, Budapest
- Fukushima, T. és mtsai, 2019, The stellar halo of the Milky Way traced by blue horizontal-branch stars in the Subaru Hyper Suprime-Cam Survey. *PASJ* 71, 72
- Gribbin, J. 2004, A tudomány története, Akkord Kiadó, Budapest
- Herschel, W. 1785, On the Construction of the Heavens. *Phil. Trans. Royal Soc. London* 75, 216-266.
- Hoskin, M. A. 1976, The ‚Great Debate’: What Really Happened, *J. Hist. Astron.* 7, 169-182.
- Koestler, A. 2007, Alvajárók, Európa Könyvkiadó, Budapest



- Kun, M. 2012, Száz éve ismerjük a reflexiós ködök természetét, in Meteor csillagászati évkönyv, MCSE, Budapest, 251–258. o.
- Laplace, P-S. 1796, Exposition du système du monde and the Mécanique céleste
- Leavitt, H. S. 1908, 1777 variables in the Magellanic Clouds. *Ann. Harvard Coll. Obs.* 60, 87-108.
- Leavitt, H. S. Pickering, E. C. 1912, Periods of 25 Variable Stars in the Small Magellanic Cloud, *Harvard Coll. Obs. Circular* 173, 1-3.
- Maanen, A. van, 1916, Preliminary evidence of internal motion in the spiral nebula Messier 101. *ApJ*, 44, 210-228.
- Russell, H. N. 1914, Relations Between the Spectra and Other Characteristics of the Stars *Popular Astronomy* 22, 275-294.
- Sandage, A. R. 1953, The color-magnitude diagram for the globular cluster M3, *Astron. J.* 58, 61-75.
- Shapley, H. Curtis, H. D. 1921, The Scale of the Universe, *Bulletin of the National Research Council* 2, Part 3, 171-217.
- Shu, F. H. 1982, The Physical Universe. University Science Books, Mill Valley, California
- Singh, S. 2004, Big Bang, Fourth Estate, London (magyarul: A Nagy Bumm, 2007, Park, Budapest)
- Tóth, L. V. 2013, A galaxisok világa, ELTE TTK, Budapest
- Trimble, V. 1995, The 1920 Shapley-Curtis Discussion: Background, Issues, and Aftermath, *PASP* 107, 1133-1144.
- Trumpler, R. 1930, *Lowell Obs. Bull.*, No. 14, 154 (No. 420).
- Whitney, C. A. 1978, A Tejútrendszer felfedezése, Gondolat, Budapest.
- Valamint a szövegben említett weblap: [https://apod.nasa.gov/diamond\\_jubilee/debate20.html](https://apod.nasa.gov/diamond_jubilee/debate20.html)

## ZSOLDOS ENDRE

### 300 éve született Hell Miksa

A 19. század vége előtt kevés híres csillagász neve kapcsolható Magyarországhoz. Közülük természetesen kiemelkedik Regiomontanus, aki Zrednai Vitéz János meghívására néhány évet a Magyar Királyságban töltött. A másik neves, Európa-szerte ismert csillagász Hell Miksa volt. Ő ma már leginkább az 1769. évi Vénusz-átvonulás megfigyelésére szervezett vardøi expedíció miatt ismert, de csillagászati és tudományszervezési tevékenysége ennél sokkal szerteágazóbb. Több magyarországi csillagda létrehozásában segédkezett, támogatta a magyarországi fiatalok képzését, és publikációs lehetőséget is teremtett nekik. Saját irodalmi tevékenysége is jelentős volt: könyveket, cikkeket írt, és évtizedeken át szerkesztette és adta ki a bécsi évkönyveket, az „Ephemerides Astronomicae”-t.

### Élete

Hell (a család neve eredetileg Höll volt) Selmechányán (ma Banská Štiavnica Szlovákiában) született 1720. május 15-én, 300 évvel ezelőtt. Ahogy Döbrentei Gábor írta:

„[a]tyja a' vízi machinákra Felvigyázó volt ott, 's olly ember, ki a' Mathezis' minden részeiben széles theoreticai 's praxisi ismeretiért közönségesen becsültetett”

(Döbrentei, 1817).

Hell örökölte apjától matematikai tehetségét. A középiskola elvégzése után 1738-ban belépett a jezsuita rendbe. 1741-től a bécsi egyetemen tanult filozófiát. 1745-ben a lőcsei gimnáziumba rendelték, ahol többek között számtant, latin és görög nyelvet, történelmet tanított. Nem maradt ott azonban sokáig, 1748-ban már ismét a bécsi egyetemet látogatta, és ezúttal teológiát tanult. A jezsuita szokásoknak megfelelően az egyetem elvégzése után több vidéki városba (pl. Kolozsvárra) küldte rendje, majd 1755-ben került vissza ismét Bécsbe.

1755. október 1-jén Bécsben meghalt Johann Jacob (Giovanni Jacopo) Marinoni, udinei születésű udvari matematikus és csillagász. Az ő helyére Mária

Terézia Hell Miksát nevezte ki. Pinzger Ferenc Hell-életrajzában ismertette az udvari csillagász – így Hell – feladatait (Pinzger, 1920):

1. Gondoskodjon a műszerekről.
2. Folyamatosan figyelje meg a bolygókat, a Marinoni által megkezdett munkát folytatni kell.
3. A nagyközönség figyelmét hívja fel a bekövetkezendő fogyatkozásokra, az újonnan feltűnt üstökösökre.
4. Tartson kapcsolatot a külföldi csillagászokkal.
5. Szerkesszen évente csillagászati naptárt, de a régi babonákat, asztrológiát mellőzze.
6. Tartson német nyelvű előadásokat vasárnaponként csillagászati és fizikai témákról, kísérletekkel illusztrálva.
7. A filozófiai kar igazgatójának hetente jelentse mit végzett, és tőle kap utasításokat az elkövetkezendő teendőkre.

Hell címe kinevezése után császári-királyi csillagász (astronomus caesareo-regius) lett. A kitűzött feladatokat kiválóan teljesítette, csillagászati munkáját kortársai elismerték (bár, mint látni fogjuk, ezzel voltak problémái is). Pozícióját 1792. április 14-én bekövetkezett haláláig megőrizte. A továbbiakban e munkásság néhány részletéről lesz szó.

*Hell Miksa lapp népviseletben  
(mezzotinto, W. Pohl, 1771,  
MTA CSFK CSI Könyvtára)*



## Hell és a Vénusz

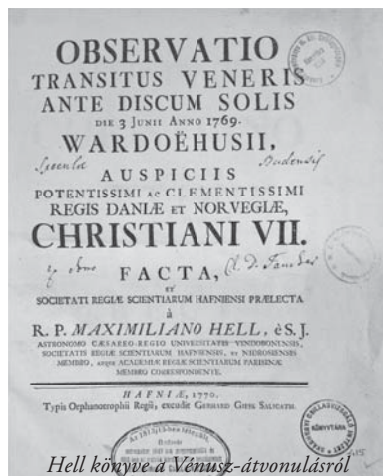
Hell Miksa legnevezetesebb csillagászati munkája az 1769. évi Vénusz-átmenet megfigyelése volt. A csillagászati egység minél pontosabb meghatározása érdekében lényeges volt, hogy a Föld minél több pontján figyeljék meg a jelenséget. VII. Keresztély (Christian) dán király hívta meg Hellt és rendtársát, Sajnovics Jánost (1733–1785), hogy az eseményt az észak-norvég Vardøből észlelje. Az utazás és az ott végzett munka jól ismert. Az expedíció szerencsével járt, az átmene-

tet megfigyelték, és az eredményeket 1770-ben Hell publikálta is Koppenhágában (Hell, 1770). Ez nem volt véletlen, mivel a dán király anyagilag támogatta az utat, Hell a művet is neki ajánlotta: „A legfenségebb VII. Keresztélynek, Dánia és Norvégia leghatalmasabb és legkegyesebb királyának” (Hell, 1770).

A koppenhágai kiadás azonban időbe telt, és amíg meg nem jelent a könyv, Hell visszatartotta észleléseit. Ez bizonyos gyanakvást keltett egyes csillagászokban. Később, már jóval Hell halála után, Carl Ludwig Littrow (1811–1877) a bécsi csillagdában őrzött Hell-iratok áttanulmányozása után ezt a gyanakvást bizonyosságra változtatni látszott. Könyvében csalással vádolta Hellt, azt állítván, hogy az észleléseket később – már a többi megfigyelés ismeretében – megváltoztatta, hogy jobban egyezzenek mások eredményeivel (Littrow, 1835). George Biddell Airy (1801–1892), a hetedik Királyi Csillagász is hitelt adott Littrow vádjainak, és úgy vélte, hogy Hell megfigyeléseihez „komoly gyanú tapadt, számos csillagász vélte úgy, tévovázás nélkül, hogy azok hamisítványok” (Airy, 1857). Szerencsére azonban a számos nem jelent mindegyiket. Már 1869-ben úgy írtak Hellről, mint akit minden gyanú alól tisztáztak, majd 1883-ban Simon Newcomb (1835–1909), a kor legnagyobb csillagásza az eredeti kéziratok vizsgálata alapján bebizonyította, hogy a hamisítás vádjának semmi alapja nincs (Newcomb, 1883). A múlt század közepén George Sarton (1884–1956), a modern tudománytörténet-írás atyja, még egyszer felelevenítette az esetet, Hellt teljes mértékben felmentve a vádak alól (Sarton, 1944).

Hell Miksának nem ez volt az egyetlen munkája a Vénusszal kapcsolatban. Még a 17. század közepén felmerült a lehetősége annak, hogy a Vénusznak is van holdja. Francesco Fontana (1580 k.–1656), nápolyi ügyvéd és távcsőkészítő vélte úgy, hogy megfigyelte ezt az égitestet. A korabeli csillagászok általában nem hitték el neki, bár esetenként megemlíttették saját műveikben Fontana állítását.

A 18. század elején William Derham (1657–1735) igen népszerű Astro-Theology (1714) című művében kifejtette, hogy a külső bolygóknak, mivel távol



*Hell könyve a Vénusz-átvonulásról*  
(MTA CSFK CSI Könyvtára)

vannak a Naptól, Isten mintegy kárpótlásként teremtett több holdat. Ugyanakkor a Merkúrnak és a Vénusznak nem volt szükségük holdakra a Naphoz való közelségük miatt. Ez lett a későbbiekben az általánosan elfogadott nézet.

Ez a magyarázat azonban nem csillagászati volt, és nem adott segítséget arra vonatkozóan, hogy mit is láttak azok, akik látni vélték a Vénusz holdját (vagy holdjait). A 18. században végül három magyarázat is napvilágot látott. Az egyik Jean-Jacques d'Ortous Mairan (1678–1771) francia csillagász nevéhez fűződik, aki elfogadta a hold létét, így neki arra kellett magyarázatot találnia, hogy miért látható olyan ritkán. Feltételezte, hogy a Nap atmoszférája kiterjed egészen a Földre, és ennek változása okozza a sarki fényt. Emellett ez az atmoszféra elfedi a Vénusz holdját is, és csak ritkán, szerencsés esetekben lehet azt megfigyelni (Kragh, 2008).

Egy másik elképzelés Johann Heinrich Lambert (1728–1777) svájci matematikus, fizikus és csillagász nevéhez fűződik. Ő feltételezte, hogy ha létezik a hold, akkor a pályáját is ki lehet számítani. A meglevő észlelésekből ezt meg is tette, és úgy találta, hogy ennek excentricitása 0,195, inklinációja  $64^\circ$ , a periódusa pedig 11 nap és 5 óra. A számításai alapján megjósolta azt is, mikor lehet majd megfigyelni a Nap felszínén a hold árnyékát – 1777. június 1-jén. Bár többen tettek kísérletet a hold észlelésére, végül senki sem látta. Lambert még ebben az évben meghalt, így a sikertelenséget már nem kommentálta.

A harmadik magyarázat Hell Miksáé (Hell, 1765). Ő saját tapasztalatai és kísérletei alapján egyszerűen optikai csatlódásnak tartotta a megfigyeléseket. Egy Gregory-féle távcsövet használva hosszas próbálkozások után mindig képes volt előállítani azt a foltot, amit a Vénusz holdjának tartottak. Egy rövid könyvet is írt a kérdésről (De Satellite Veneris, Bécs, 1765), melyből magyarul is olvashatunk részleteket (Hell, 1997).



Hell Miksának a Vénusz holdjának kérdéséről írt könyve (MTA CSFK CSI Könyvtára)

## Új csillagképek

A Nemzetközi Csillagászati Unió 1928-ban rögzítette a csillagképek számát és határait (Delporte, 1930). Ezelőtt, főleg a 17–18. században rendszeres volt új csillagképek megalkotása. A felfedezések korának egyik következménye a déli égbolt megismerése volt. A felfedezők, hajósok, katonák és utasaik olyan csillagokkal találkoztak, amelyek nem szerepeltek az ókortól örökölt 48 csillagképben. Új konstellációkat kellett tehát kigondolni. Ez az alkotási vágy áterjedt az északi égboltra is, néha egészen szélsőséges atlaszokat eredményezve. Ilyen például Julius Schiller (1580 k.–1627) csillagtérképe, amelyen a klasszikus (értsd pogány) alakzatokat kicserélte a keresztény szentekre. Például a Cassiopeia Szent Mária Magdolna lett, a Hercules átalakult a Háromkirályokká, és még az állatokról elnevezett csillagképek sem maradhattak változatlanok, a Cygnusból például Krisztus keresztje lett.

Hell Miksa is kialakított három új csillagképet az északi égen. A kiváltók az Uránusz felfedezése volt. Hell úgy vélte, hogy William Herschel tettét érdemes az égen is megörökíteni, és ugyanígy III. György angol királyt is, aki a csillagászt támogatta. Hell kiadott egy rövid írást a javasolt csillagképekről, melynek címe Horatiust<sup>1</sup> idézi: „A csillagok közé helyezendő, ércnél maradandóbb emlékmű...”. (Hell, 1789; Hell, 1997). Az első a *György lantja* (Psalterium Georgii), ez huszonegy halvány (4-6 magnitúdós), főleg az Eridanusból átvett csillagból állt, bár a legfényesebb közöttük a 97 Ceti volt. A másik kettő már Herschelhez kapcsolódik, méghozzá a felfedezéshez használt távcsövekhez, azaz *Herschel kisebbik* (Tubus Herschelii Minor) és *nagyobbik távcsöve* (Tubus Herschelii Manor). Ezek se nagy csillagképek, az első hét, míg a második tizenhat csillagból állt. A kisebbik távcső legfényesebb csillaga a  $\pi$  Tauri, a nagyobbiké az 58 Aurigae.

Hell úgy gondolta, hogy ezeket az új csillagképeket

„melyeket magam mint *csillagász* ajánlottam, a csillagászat egész Köztársaságának csillagászai által jóvá fognak hagyatni és elfogadtatnak, különösen a kitűnő francia csillagászok által, akiknek szavazatával s az enyémmel *Herschel* kitűnőségét örökre az égre kívánva

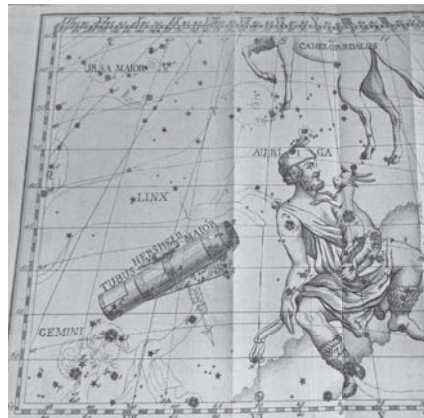
1 Horatius (1989), III. 30 (Melpomenéhez), „Ércnél is maradandóbb művet emeltem én” (Bede Anna fordítása).



(a *Herschel* név helyett, melyet az új bolygónak de la *Lande* úr adott a csillagászati szokás ellenére) *Herschelnek* ez égi távcsövei által...”

(Hell, 1997).

Bár manapság senki sem ismeri ezeket a csillagképeket, Hell nem csalódott: ha nem is a francia csillagászok, de Johann Elert Bode (1747–1826), a berlini csillagda igazgatója elfogadta és használta a *György lantját* és a *Nagyobbik távcsövet* a 19. század elején.



Hell két új csillagképe: György lantja és Herschel nagyobbik távcsöve a csillagtérképen (MTA CSFK CSI Könyvtára)

## Hell és Magyarország

Hell Miksa a Magyar Királyság területén született, és noha élete nagy részét Bécsben töltötte, számos szállal kapcsolódott hazájához. A legismertebb nyilván a vardöi utazás során felismert hasonlóság a lapp és a magyar nyelv között. Hell ezt az eredményt igen nagyra értékelte. Egy rendtársához (Pater Höller) még 1769-ben Vardöből írt levelében így számolt be az esetről:

„Jó Isten, ki hitte volna, hogy mi ugyanazon ősatyától való testvéreket fogunk találni a lapp népben! Magyarok, testvéreink, a mi

magyar nyelvünket beszéljük, a mi magyar ruhánkat hordják, a mi régi magyar atyáink szokásai szerint élnek, egyszóval, testvéreink.”

(Hell, 1997)

Hell ugyanilyen lelkesedéssel segítette a csillagászat ügyét Magyarországon. Több csillagda megalapításában, felszerelésében segédkezett. Thomas Bugge (1740–1815) dán csillagászhoz 1789-ben írt levelében megemlítette, hogy több csillagvizsgálót építtetett hazánkban: a nagyszombatit, budait, egrit és a kolozsvárit is. Ezek közül az első nem teljesen egyértelmű (Hološová & Žažová, 2013). Hell szerint a „nagyszombati 1753-ban a Rev. Pat. Kazy iskolai rektorsága alatt” épült (Pinzger, 1927), de ez nyilvánvalóan tévedés, mivel Kazy János utoljára 1743 és 1745 között volt rektor. A csillagda építése idején ezt a tisztelet Kéri Borgia Ferenc töltötte be, és Sajnovics neki is tulajdonítja az obszervatórium létrehozását:

„Egyedül Magyarország nem látott semmi hasonlót [ti. csillagvizsgálót] – az 1755. esztendeig, amikor ugyanis Kéri Borgia Ferenc, aki igen méltó az utódok emlékezetére, otthont épített Nagyszombatban Urániának, mégpedig minden részben tökéleteset.”

(Sajnovics, 1993)



Hell nemcsak a létrehozásban és a felszerelésben segített, hanem az ott dolgozó csillagászok kiképezésében is. Nála tanult Bécsben Madarassy János (1741–1814) az egrit, és Mártonffy Antal (1750 k.–1799) a gyulafehérvári csillagda észlelője is. Mindezek mellett a magyarországi csillagászok az általa szerkesztett és kiadott bécsi évkönyvekben (Ephemerides Astronomiae) publikálhatták is megfigyeléseiket.

Az 1778-as bécsi évkönyv címlapja  
(MTA CSFK CSI Könyvtára)



A rendszeresen első helyen megjelentetett bécsi észlelések leírásánál az észlelők között megtaláljuk mind Madarassyt, mind Mártonffyt. Az 1786. évre kiadott évkönyvben pedig egy Demeter nevű beszercebányai kanonok szerepelt a bécsi megfigyelők között (feltehetően Demeter Ferenc Xavér, 1740–1789). Saját észlelésekkel is rendszeresen jelentkeztek magyarországi csillagászok. Néhány példa:

- Weiss Ferenc és Taucher Ferenc: *Eclipsis Satellitum Jovis Tyrnaviae observatae* (1777. évre)
- Weiss Ferenc: *Observationes Anni 1766 [1776] & 1777* (1778. évre)
- Madarassy János: *Observationes Astronomicae Agriae* (1779., 1780., 1785. évekre)
- Weiss Ferenc: *Observationes Astronomicae in novo observatorio Universitatis Regiae Budae* (1781. évre)
- Madarassy János: *Extractus observationum Meteorologicarum Agriae* (1780. és 1785. évekre)

Még több, hasonló cikk jelent meg az évkönyvekben, a nagyszombati, budai és egri megfigyeléseket részletezve. De Hell maga is publikált, és nem is csak a bécsi csillagdában tett észleléseit, hanem időnként hosszabb tanulmányokat is. Az 1777. évre kiadott évkönyv tartalmazza a sarki fény általa kidolgozott új elméletét, a vardői megfigyelések alapján („*Aurora Borealis Theoria Nova*”, pp. 1–118). Az 1790-re kiadott évkönyvben a három új csillagképre vonatkozó könyvét adta ki újra (pp. 285–324), majd 1792-ben jelent meg egy rövid, napfoltokról szóló tanulmánya („*De maculis solaribus*”, pp. 340–347).

## Hell utóélete

Hellnek életében is akadt elég kellemetlensége – rendjének feloszlatása, a Vénusz-átmenettel kapcsolatos vitái –, de halála után se volt nyugta. Már volt szó arról, hogy az észlelések meghamisításával vádolták, de ennek tarthatatlanságát Newcomb bebizonyította. Szintén problémát okozott a 20. században Hell nemzetisége. Magyarországon természetesen neves magyar csillagászként tartották számon, de Szlovákiában már szlovákként emlegették, míg német nyelvterületen hajlamosak voltak osztráknak tekinteni (érdemes megnézni a wikipédia Hell szócikkét különböző nyelveken!).

Hell német anyanyelvű volt, és amikor belépett a jezsuita rendbe, akkor a feljegyzések szerint latinul és szlávul (szlovákul) is értett még (Pinzger, 1920). Nyilván magyarul is tudott valamennyire – bár ennek mértéke kérdéses (C. Vladár, 2017) –, és mint egy fenti idézet mutatja, magát magyarnak vallotta, még hozzá a magyar nyelvet használó magyarnak („a mi magyar nyelvünket beszéljük”). Amit megállapíthatunk Hellről, az annyi, hogy német eredetű családban született, szlovák környezetben élt egy ideig, és ismerte is a nyelvet, magát magyarnak vallotta, de élete jelentős részét Bécsben töltötte, és mindvégig latinul írt.

Milyen csillagász volt Hell? A vélemények a közepszerű (Sarton, 1944) és a kivételes tehetségű (Cavalloni, 1939) között változnak. A Vénusz-átvonulást mindenesetre korrekt módon észlelte, a belőle számolt Nap-parallaxis jól közelíti a ma elfogadott értéket (szemben azokéval, akik hamisítással vádolták). A magyarországi, ausztriai és szlovákiai csillagásztörténet egyaránt joggal lehet büszke rá.

## Irodalom

- Airy, George Biddell (1857): On the Means which will be available for correcting the Measure of the Sun's Distance, in the next twenty-five Years, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 17, 208–221.
- Cavalloni Ferenc (1939): Hell Miksa, a magyar jezsuita csillagász, *Katolikus Szemle* 53, 31–36.
- C. Vladár Zsuzsa (2017): Hell mint nyelvész: a *Kar-jelia* etimológia és a kínai hasonlítás példája. *A nyelvtörténeti kutatások újabb eredményei IX.* Szerk. Forgács Tamás, Németh Miklós és Sinkovics Balázs, Szeged, pp. 337–350.
- Delporte, E. (1930): *Délimitation Scientifique des Constellations (Tables et Cartes)*, Cambridge
- Döbrentei Gábor (1817): Hell Maximilán' élete, *Erdélyi Muzéum*, 8. füzet, pp. 88–95.
- Hell, Maximilian (1765): *De satellite Veneris*, Viennae
- Hell, Maximilian (1770): *Observatio transitus Veneris ante discum Solis die 3. Junii anno 1769.* Wardoëhusii, Hafniae
- Hell, Maximilian (1789): *Monumenta, aere perenniora, inter astra ponenda*, Viennae
- Hell Miksa (1997): *A csillagász Hell Miksa írásaiból.* Összállította és fordította Csaba György Gábor, Budapest
- Hološová, Alžbeta & Žažová, Henrieta (2013): *History of the Observatory at the University of Trnava 1756–1785*, Trnava
- Horatius (1989): *Horatius összes művei*, Bede Anna fordításában, Budapest

- Kragh, Helge (2008): *The Moon That Wasn't. The Saga of Venus' Spurious Satellite*, Basel-Boston-Berlin
- Littrow, Carl Ludwig (1835): *P. Hell's Reise nach Wardoe bei Lappland und seine Beobachtung des Venus-Durchganges im Jahre 1769*, Wien
- Newcomb, Simon (1883): On Hell's alleged falsification of his observations of the transit of Venus in 1769, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 43, 371-381.
- Pinzger Ferenc (1920): *Hell Miksa emlékezete. I. rész. Hell élete és működése*, Budapest
- Pinzger Ferenc (1927): *Hell Miksa emlékezete. II. rész. Hell levelezése*, Budapest
- Sajnovics János (1993): *Idea Astronomiae. A csillagászat alapvető ismertetése*. Ford. id. Nagy Rezső, Székesfehérvár
- Sarton, George (1944): Vindication of Father Hell, *Isis* 35, 97–105.

# BESZÁMOLÓK

MIZSER ATTILA

## A Magyar Csillagászati Egyesület 2018. évi tevékenysége

A 2018-as év fő témája és távcsöves célpontja a Mars volt, tekintettel a vörös bolygó júliusi nagy oppozíciójára. A nagy Mars-közelségre alaposan felkészültünk, azonban szinte teljesen elmaradt az a felfokozott érdeklődés, amely az előző, 2003-as oppozíciót kísérte. A 2018-as ugyanis nem az elmúlt 60 ezer év legnagyobb közelsége volt, csupán „közönséges” nagy oppozíció. Ugyanakkor éppen a szembenállás napjára esett az évszázad leghosszabb teljes holdfogyatkozása, amelyet a média is alaposan beharangozott, és ennek meg is lett az eredménye. A budapesti Hármashatár-hegyen csalódott emberek ezrei figyelték (volna) a jelenséget, amely a borult, esős időben észlelhetetlen volt. Országszerte is ez volt a jellemző, szerencsére Kelet- és Nyugat-Magyarországon több helyről is észlelték a „történelmi” holdfogyatkozást. A Mars 2018-as oppozíciója – mint minden nagy oppozíció – kedvezőtlen volt az északi félteke megfigyelői számára a vörös bolygó alacsony deklinációja miatt.

A nagy Mars-közelség kapcsán a Polaris Csillagvizsgáló sorozataiban is számos olyan előadást hallgathattak meg az érdeklődők, amelyek a bolygóhoz kapcsolódtak (észlelése, kultúrtörténeti jelentősége, a Mars-kutatás jelenlegi helyzete, a Mars és meghódítása stb.). Ugyancsak a Mars-közelség volt az apropója a május–június során lebonyolított járdacsillagász tanfolyamnak (Közel a Marshoz), amellyel távcsöves bemutatóink számára „képeztünk ki” olyan amatőr csillagászokat, akik készíttetés érezték arra, hogy tudásukat másokkal is megosszák. Mi sem mutatja jobban az érdeklődést, mint az, hogy a 2018-as múzeumok éjszakáján a Polaris teraszán 17 távcsövet helyezhettünk el, volt olyan járdacsillagász, aki két távcsövet is hozott magával.

2018. január 1-jén az MCSE képviseletében Herczeg Tamás tagtársunk vett részt a rostocki csillagászati óra újraindításában. Az órán 133 évente kell számlapot cserélni, a ritka esemény alkalmával Herczeg Tamás egy réz emléktáblát is átadott a helyi szervezőknek. Reméljük, 133 év múlva ismét lesz egy tagtársunk, aki az MCSE-t képviseli a rostocki csillagászati óra új számlapjának avatásán.

Február 19-én mutattuk be a Csillagnézők című dokumentumfilmet az MTA Dísztermében. A Csillagnézők Produkció által készített film iránt óriási volt az érdeklődés, a Dísztermen kívül a Nagyteremben is megnézhatték a re-

gisztrált résztvevők az alkotást – összesen hétszázan vettek részt a vetítésen. A bemutatót követően az alkotók számára szervezett pódiumbeszélgetést az MTA Kommunikációs Főosztálya. A filmet a televízióban is vetítették, a Duna World több alkalommal is műsorra tűzte a Csillagnézőket.



*A Csillagnézők című film bemutatója az MTA Dísztermében (fotó: MTA Kommunikáció)*

Egyesületünk tevékenysége felkeltette Pedro de Filippis brazil dokumentumfilmes érdeklődését is, aki a NASA Cinespace elnevezésű pályázatán második helyezést ért el Nadir című filmjével, amelyet a Polaris Csillagvizsgálóban forgatott.

Ugyancsak a Polaris volt Jeles András új filmjének egyik vetítési helyszíne március 4-én. A Rossz árnyék című alkotást a film közösségi vetítéseinek sorában tekinthették meg az érdeklődők, a vetítés után a közönség a rendezővel is beszélgethetett a film csillagászati vonatkozásairól.

Az országos bemutatók közül igen látogatott volt a csillagászat napja (április 21.), továbbá a kutatók éjszakája (2018-ban első ízben kétnapos volt a rendezvény, szeptember 28–29-én). A kisbolygók világnapját június 30-án ünnepeltük távcsöves bemutatóval, előadásokkal.

Óbudai központunkban számos szakkör működött 2018-ban is. Gyermekszakkörünk (8–12 évesek) Tóth Krisztián irányításával tartotta összejöveteleit, míg diákszakkörünk (13–19 évesek) foglalkozásait Horvai Ferenc vezette, Kiss András közreműködésével. Fotometriai szakkörünk Jakabfi Tamás vezetésével tartotta foglalkozásait, míg a tükörcsiszolást Tardos Zoltán szervezte. A Polaris – egy-egy rövid nyári és téli szünet kivételével – egész évben heti három estén fogadta az érdeklődőket és a csoportokat. A távcsöves bemutatókat Jakabfi Tamás, Kiss András, Mártha Zoltán, Máté Attila, Molnár Péter, Sárközi József, Szulovszky András, Török Tünde, Világos Blanka és Zsíros Zoltán segítették. Ugyancsak a Polaris Csillagvizsgáló adott otthont a meteorészlelők (március 24.), a napészlelők (június 23.) és a változócsillag-észlelők (december 15.) találkozóinak.

## **Előadás-sorozatok a Polaris Csillagvizsgálóban**

### *Kulin György Csillagászati Szabadegyetem*

Február 6. Csillagontó csillagburkok (Szécsi Dorottya)

Február 13. A Meteor 500-szor (Mizser Attila)

Február 20. Űrtávcsöves exobolygó kutatás magyar részvétellel: mi várható? (Kiss László)

Február 27. A Nagy Amerikai Napfogyatkozás és más asztrokalandok az Újvilágban (Szabó Róbert)

Március 6. Számítógéppel a Mars felszíne felett (Steinmann Vilmos)

Március 13. Mars-analógia expedíció az Atacama-sivatag fagyos vulkánján (Kereszturi Ákos)

Március 20. Hol lehet éjszaka víz a Marson? (Pál Bernadett)

Március 27. Csillagnézők (Polaris-filmklub az MTA székházában)

Április 3. Kisbolygók fotometriája: új eredmények az űrből és a Földről (Kiss László)

Április 10. Földrengésekről a holdrengésekig (Kiszely Márta)

Április 17. A közelítő Mars (Kiss Áron Keve)

Április 24. Csillagközi látogató: az 'Oumuamua kisbolygó (Tóth Imre)

## *Óbudai csillagok 2018*

Október 2. Exobolygók a közeli csillagok körül (Kiss László)

Október 9. A nagy kráter nyomában (Mizser Attila)

Október 16. Űrszondákkal Nap-nézőben (Hannák Judit)

Október 30. Folytatódik a Merkúr ostroma (Kereszturi Ákos)

November 6. Műcsillagok a mesterséges égbolton – planetáriumok régen és ma (Hegedüs Tibor)

November 13. Miért éppen Namíbia? (Borovszky Péter)

November 20. Barnard és a sötét ködök (Sánta Gábor)

November 27. Holdi és marsi meteoritok (Kereszty Zsolt)

December 4. Valódi tudomány a vörös bolygón (Kovács József)

December 11. Mars a Földön – extrém kutatómunka extrém helyeken (Kereszturi Ákos)

December 18. Ötven éve történt: az Apollo–8 útja (Dancsó Béla)

Táboraink közül első helyen a Meteor 2018 Észlelőtábor említendő, amelyet ismét Tarjánban tartottunk, a Német Nemzetiségi Ifjúsági Tábor területén. A rendezvény elsődleges célja az észlelés és az észlelésekkel kapcsolatos ismeretek megosztása volt, emellett azonban természetesen számos „extra” programmal is szolgálhattunk. Augusztus 10-e délelőttjén a „Kozmikus hatások és kockázatok” elnevezésű blokkban a hazai professzionális kutatásokról kaphattunk összefoglalót. Elsősorban a családok és a gyerekek számára volt hasznos és tanulságos az Utazó Planetárium tábori látogatása: több különböző planetáriumi programot is megtekinthettek az érdeklődők. A tábor „sztárvendége” azonban kétségkívül Farkas Bertalan űrhajós volt, akit olyan lelkesedéssel fogadtak a tábor résztvevői, mintha nem 2018-ban, hanem 1980-ban lettünk volna. Sokan fényképezkedtek vele, és kértek autogramot a magyar űrhajóstól. A tábor különleges programjai nem valósulhattak volna meg a Szerencsejáték Service Nonprofit Kft. nélkül.

Ismét igen népes tábor szervezett Kiskun Csoportunk (Jászszentandrás), továbbá a Vega Csillagászati Egyesület és Zalaegerszegi Csoportunk (Zselickisfaludon). Ifjúsági táborunkat ezúttal Vértesbogláron, az erdei iskolában tar-



tottuk. A népesebb észlelőhétvégék közül ki kell emelnünk a hortobágyi Messier-maratont (március 16–18.), amelynek ismét a Fecskeház Erdei Iskola adott otthont. Október 12–14-e között a szentléleki Turistapark látta vendégül amatőr csillagászaikat. A programot a miskolci Androméda Csillagászati Egyesülettel közösen szerveztük.

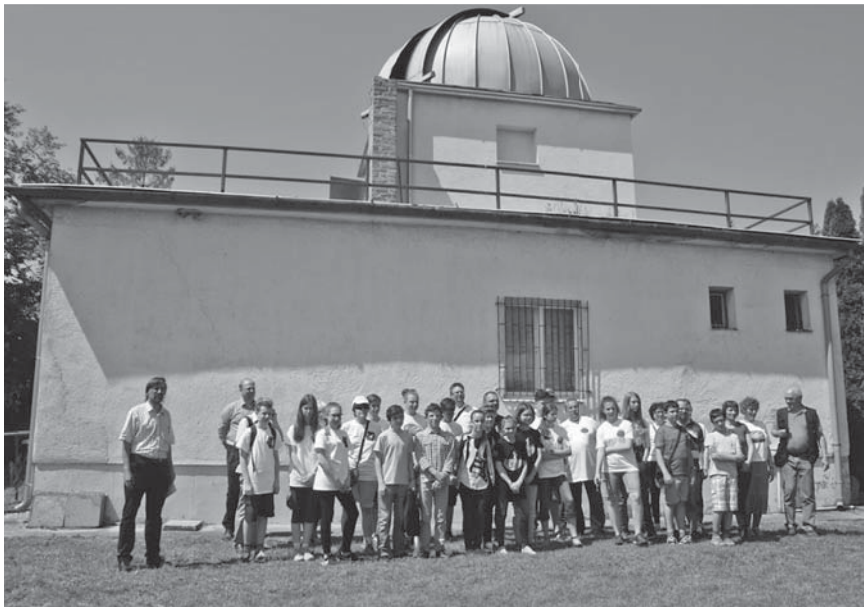


*A Vega '18 megfigyelőtábor résztvevői Szentmártoni Béla (1931–1988) sírjánál.  
A tábor résztvevői megemlékeztek a harminc évvel ezelőtt elhunyt neves amatőr csillagászlól is  
(Csizmadia Tamás felvétele)*

Tatai Csoportunk a TIT Komárom-Esztergom Megyei Egyesülettel ünnepelhette meg a tatai csillagvizsgáló fennállásának 45. évfordulóját november 17-én. Négy és fél évtized ismeretterjesztő, mozgalmatszervező munkájáról adhattak összefoglalót a szervezők ezen a jó hangulatú rendezvényen.

Egyesületünk 2018-ban is támogatta a különböző tehetséggondozó programokat, így például az egri csillagásztoronyban évente megrendezett Varázstorony vetélkedőt, a Kulin György Országos Diákvetélkedőt, továbbá a magyar középiskolások felkészítését a Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Olimpián való részvételre.

Egyesületünk – Óbuda-Békásmegyer Önkormányzata támogatásával – az év elején megvásárolta a Millenáris területén található csillagvizsgáló kupoláját



*A VIII. Kulin György Országos Csillagászati Diákvetélkedő résztvevői a tatai csillagvizsgálóban  
(Kerényi Lilla felvétele).*

és főműszerét (egy 35 cm-es Schmidt–Cassegrain-távcsövet). Utóbbival 2018 tavaszán megkezdődtek a bemutatások és az észlelések a Polaris Csillagvizsgáló teraszáról.

2018-ban is folyamatosan kiadtuk Meteor című folyóiratunkat, amelynek kiadása és fejlesztése kezdettől fogva egyesületünk legfontosabb céljai között van. A havonta megjelenő lapban igyekszünk minden olyan témával foglalkozni, amelyek a magyar amatőröket érdeklik – természetesen ehhez szorgalmas szerzőgárdára is szükség van. A Meteor korábbi számai interneten is elérhetők, pdf formátumban. December elején jelent meg a Meteor csillagászati évkönyv 2019. évi kötete, amelyet ezúttal is támogatott a Magyar Tudományos Akadémia.

A beszámolási időszakban megújítottuk egyesületi honlapunkat ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)) és közösségi oldalunkat ([www.csillagvaros.hu](http://www.csillagvaros.hu)). Emellett természetesen jelen vagyunk a Facebookon is, igen látogatottak ottani oldalaink (hírportálunk, egyesületi oldalunk, illetve a Polaris oldala).

## **Kitüntetettjeink 2018-ban**

A kétévente odaítélt Kulin György-díjat Újvárosy Antal kapta több évtizedes amatőr csillagászati és ismeretterjesztő tevékenysége elismeréseként. Az MCSE elismerő oklevelét vehette át Kelemen Péter és Szőke Balázs a Csillagnézők című film készítéséért, továbbá Mártha Zoltán, Zsíros Zoltán a Polaris Csillagvizsgálóban kifejtett önkéntes tevékenységükért. Mizser Attilát, az MCSE főtítkárát a Nemzetközi Csillagászati Unió tiszteletbeli tagjává választotta.

## **SZABÓ RÓBERT – KISS CSABA**

### **Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2018. évi tevékenysége**

A magyar csillagászat legnagyobb intézménye továbbra is az akadémiai intézet-hálózat részeként, a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont nyújtotta keretek között működött. A beszámolási időszakban összesen 99 munkatársunk volt, akik közül 61 volt kutatói állományban (14 doktori fokozat nélkül, 33 PhD/kandidátus, 7 MTA doktora, 1 akadémikus, 6 emeritus kutató). Mindkét szám 10%-os növekedést jelent az elmúlt évhez képest. Az intézeti demonstrátorok 2017-ben bevezetett rendszerét továbbfejlesztettük: a piszkés-tetői megfigyelések és adatfeldolgozás mellett numerikus számításokra fókuszáló egyetemi hallgatókat is foglalkoztattunk gyakornokként. Alapfeladatunk továbbra is az élvonalbeli tudományos kutatás folytatása, de hangsúlyosan részt vettünk a felsőoktatásban egyetemi oktatóként és témavezetőként egyaránt, valamint jelentős aktivitást fejtettünk ki a tudományos eredmények széles körű terjesztésében is. Tevékenységünket részben az akadémiai alaptámogatásból, részben pedig saját pályázati bevételekből finanszíroztuk. Ehhez a legjelentősebb hozzájárulást a két futó ERC-pályázatunk (Kóspál Ágnes és Maria Lugaro vezetésével), a Kozmikus hatások és kockázatok és a Tranziens Asztrofizikai Objektumok című GINOP-pályázatok, valamint Szabó Róbertnek a beszámolási évben elnyert Lendület-pályázata adják.

### **Tudományos eredmények**

Az intézet kutatói 2018-ban 486 tudományos közleményt publikáltak, ebből 131 nemzetközi, referált szakfolyóiratban jelent meg. Publikációs tevékenységünk kapcsán kiemelendő, hogy cikkeink többségét a csillagászat és asztrofizika legnagyobb hatású lapjai közölték, ami a nemzetközi élvonalhoz tartozást jelzi. Közleményeinkre 2018-ban több mint 4100 független hivatkozás érkezett, ami majdnem 60%-os növekedést jelent. A növekmény csaknem kétharmada intézetünk kutatóinak az ESA Gaia missziójában való részvételének köszönhető. Publikációink teljes listája elérhető a Magyar Tudományos Művek

Tára (MTMT) adatbázisában (mtmt.hu). Az alábbiakban csak a legfontosabb eredmények vázlatos bemutatására vállalkozhatunk.

## A csillagok belső szerkezete és pulzációja

Az Intézet tudományos munkájának továbbra is fontos részét képezi a csillagok pulzációjának vizsgálata űrfotometriai módszerekkel. A Kepler/K2 misszió 2018-ban véget ért, de a megfigyelések még sok évre elegendő kutatási alanyt biztosítanak. A beszámolási időszakban elindult a NASA TESS bolygókereső űrtávcsőrendszere, így a megfigyelések és a vizsgálatok súlypontja várhatóan erre a műszerre fog áttevődni.

Az RV Tauri típusú csillagok pulzációját kaotikus dinamika hajthatja, azonban észlelési bizonyítékot erre nehéz találni. A Kepler űrtávcső 4 év hosszú, folyamatos fénygörbéjét vizsgálva Plachy Emese és munkatársai a káosz jeleit keresték az RVb típusú pulzáló szuperóriás csillag, a DF Cygni esetében. Globális fázistér-rekonstrukciós eljárással megbecsülték a pulzáció dinamikájának kvantitatív tulajdonságait. Elemzésük megmutatta, hogy a csillag pulzációja leírható egy 2,8 Ljapunov-dimenziójú kaotikus jellel. Ez a csillag a harmadik az RV Tau típusú és első az RVb altípusúak között, amelyről nemlineáris analízissel kimutatták, hogy alacsony dimenziójú káosz felelhet a pulzációban megjelenő szabálytalanságokért.

Jurcsik Johanna és munkatársai új adatokra és új módszerekre alapozva jelentős eredményeket értek el a Blazskó-effektus vizsgálatában. Az RR Lyrae csillagok közel fele eddig nem teljesen értett amplitúdó- és fázismodulációt mutat (Blazskó-effektus). Most először mutatták ki a Blazskó-modulációt a *K* fotometriai sávban, az OGLE-IV felmérés adataiból. Szintetikus légkörmodellek alapján kidolgoztak egy módszert a sugár, ill. a hőmérséklet változásából származó komponensek meghatározására a teljes fluxusváltozásból. Azt találták, hogy a modulációt elsősorban a hőmérséklet-változás határozza meg, míg a sugárváltozás szerepe marginális. Ez megerősíti azt az előzőleg kapott eredményt, hogy szignifikáns sugárváltozás csak a radiális sebességekben mutatható ki, aminek a mérése a csillaglégkör felsőbb rétegeiben kialakuló spektrumvonalakon alapszik. Az eredmény először nyújt betekintést a Blazskó-moduláció energetikájába és dinamikájába, és erős korlátot jelent annak lehetséges fizikai magyarázataira.

Benkő József megmutatta, hogy a Blazskó-effektust mutató RR Lyrae csillagok észlelt fénygörbéit matematikailag legpontosabban az ún. majdnem periodikus függvényekkel lehet leírni, nem pedig modulált függvényekkel. A majdnem periodikus függvényekkel történő leírás egy új észlelhető effektust is megjósolt: a fő pulzációs frekvencia harmonikusainak lehetséges eltolódását az egzakt többszörös pozíciókból. Ezzel az effektussal magyarázható a V445 Lyr harmonikusainál talált, de korábban nem értett anomális viselkedés. Az elhanyagolás akkor mutatható ki, ha a Blazskó-effektus okozta fázisváltozás erős, eléggé nemperiodikus jellegű, továbbá, ha az észlelési adatsor elegendően hosszú a frekvenciák pontos meghatározásához.

## Aktív jelenségek csillagokon

Hosszú fotometriai észlelések, mint a Kepler űrtávcső mérései kiváló lehetőséget adnak a flerek tanulmányozására. Ezek azonosítása azonban nem egyszerű: néhány csillag esetén a feladat még könnyen elvégezhető, de ez szinte lehetetlen több ezer célpont több évnyi adatával. Ugyan több automatizált elemző módszer is elérhető, ezekkel a hagyományos módszerekkel az analízis során számos probléma adódik. A kutatók Vida Krisztián vezetésével egy új, gépi tanuláson alapuló kódot fejlesztettek. A kódot a TRAPPIST-1 rövid mintavételezésű adatain és a KIC 1722506 jelű csillag hosszú mintavételezésű adatain tesztelték. A kód által visszaadott események és azok becsült energiái konzisztensek a korábbi, kézzel történt adatelemzés eredményeivel.

A mágneses aktivitáshoz köthető jelenségek a csillagokon a fősorozat előtti állapottól a vörös óriáságig megfigyelhetők. Ugyanakkor az ismert aktív óriáscsillagok száma sokkal kisebb, mint az aktív fősorozati csillagoké, mivel a fősorozati élettartamnak csupán töredéke a vörös óriáságon töltött idő. A relatíve gyors fejlődés miatt az óriások fizikai paramétereit jóval nehezebb megbecsülni. Szerencsésebb a helyzet, ha az aktív óriáscsillag fedési kettős rendszer tagja, mint a Kepler/K2 ötödik kampányában Oláh Katalin és munkatársai által felfedezett és vizsgált EPIC 211759736 aktív, foltos óriás esetében is. A fedés miatt a csillag paramétereit sokkal pontosabban meghatározhatók, mint általános esetben. Az űradatokat földi fotometriai mérésekkel kombinálva, valamint új radiálissebesség-mérésekkel sikerült a kettős rendszer paramétereit meghatározniuk, emellett foltmodelleket is készítettek az óriáscsillagra két kü-

lőnböző időszakra. Leírást adtak az óriás komponens forgásából, illetve hosszú időskálájú aktivitásából adódó fényváltozásaira. Úgy találták, hogy mind a fő-, mind a mellékkomponens valós tömege nagyobb a Hertzsprung–Russell-diagramon elfoglalt helyük alapján várt értéknél. Az eltérés lehetséges magyarázata az erős mágneses tér jelenléte.

## Napaktivitás

A napkitörések oka a napkoronabeli mágneses tér konfigurációjának instabilitása. Ha ennek következtében a térszerkezet hirtelen megváltozik, jelentős energia szabadul fel, és a kiegyensúlyozatlan mágneses erők hatására a korona anyagának egy része kidobódhat. Ezeknek a nagyobb koronakidobódásoknak komoly földi hatásai is lehetnek, de előrejelzésük egyelőre gyerekcipőben jár. Korsós Marianna és munkatársai az űridőjárás „mozgatórugóit”, a Nap aktív régióinak viselkedését és fejlődését vizsgálták a napkitörések előtt, a korábban kidolgozott ún. súlyozott horizontális mágneses gradiens módszerrel. Ebben a vizsgálatban külön kezelték a csak flerező és a fler mellett koronakitörést is produkáló aktív területeket. A horizontális mágneses gradiens időbeli fejlődésének vizsgálatával egy potenciálisan fontos diagnosztikai eszközt találtak, amely képes megadni, hogy az aktív terület, amelyen a napkitörés történik, csak flert vagy flert és kidobódást is fog-e mutatni. Megállapításaik szerint arról van szó, hogy ha az egyik mágneses polaritás koordináta-középpontja időben nem változik jelentősen, míg a másik polaritásé igen, akkor az aktív terület a fleren kívül egyben nagyobb anyagkidobódás forrásává is válik. Ellenben, ha mind a két mágneses polaritás koordináta-középpontja időben jelentős mértékben változik, akkor csak flerjelenség várható. A flert megelőző jelenségeket háromdimenziós MHD-szimulációkkal is sikerült reprodukálni, ami ígéretes eredmény a huszonegyedik századi napfizika egyik legégetőbb kérdéskörében.

## Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája

A V582 Aur FU Orionis típusú, fősorozat előtti csillag 1985 óta kitörésben van. A kitörés jelenleg viszonylag állandó fényességű időszakában van, de ezen be-



lül megfigyelhetők fotometriai és spektroszkópiai változások. Ábrahám Péter és munkatársai jellemezték az objektum kitörés előtti állapotát, feltérképezték környezetét, és követték a kitörés menetét. Különös figyelmet fordítottak a 2012-es és a 2016 óta tartó jelentős elhalványulás megfigyelésére és fizikai eredetének megértésére. Felhasználták a Csillagászati Intézet Schmidt-távcsövének fotolemez-gyűjteményét, valamint új optikai, infravörös és milliméteres fotometriai és spektroszkópiai megfigyeléseket végeztek. Eredményeik szerint kitörés előtt a forrás egy átlagos, kis tömegű T Tauri csillag lehetett, amely körül egy felbontatlan, mintegy 0,4 naptömegű szerkezet, valószínűleg csillag körüli korong látható. A színváltozások azt sugallják, hogy mindkét minimum magyarázható a látóirányú fényelnyelés időszakos megnövekedésével. Az akkréciós korong modellillesztései szerint a fényelnyelés jelentősen nőtt, miközben az akkréció üteme gyakorlatilag változatlan maradt. Az extinkciós változásokért a csillag körül keringő sűrű porszerkezetek lehetnek felelősek.

A DQ Tau-t régóta vizsgálják az intézet kutatói. Két, szinte azonos tömegű fiatal csillagból álló kettős rendszerről van szó, melynek komponensei 15,8 naponként kerülnek meg egymást. A kettőst egy korong is körbeveszi. Legutóbb Kóspál Ágnes vezetésével több intézeti kutatócsoport összefogásával, földi és űrtávcsövek segítségével több hullámhosszon rögzítették a rendszer fényességváltozásait a korábban elérhetőnél sokkal nagyobb pontossággal és jobb időfelbontással. Többféle változást figyeltek meg: csillagfoltok okozta forgási modulációt, csillagflek miatti gyors felfényléseket, a periasztron körül történő hosszabb kifényesedéseket a megnövekedett tömegbefogás miatt, valamint rövid elhalványodásokat a csillag körüli anyag fedései miatt. Nyolcvan napos monitorozásuk során 40 flet detektáltak, amelyek néhány órán át tartottak. A flek profilja hasonló ahhoz, amit idősebb csillagoknál is megfigyelhetünk, és megjelenésük nem korrelál sem a kettős keringési, sem a csillagok forgási periódusával. Minden periasztronnál megemelkedett akkréciós rátát figyeltek meg. A rendszerben rövid, csekély mértékű elhalványodásokat is megfigyeltek, amelyek hasonlóak a sok más fiatal csillagnál megfigyelt „dipper” jelenséghez.

A kialakulófélben levő bolygórendszerekben, azaz a fiatal csillagok körüli törmelékcorongokban gyakran megfigyelhető egy üreg. Az ilyen üregek kialakulásának lehetséges magyarázata egy korongba ágyazott óriásbolygó gravitációs perturbációja. A nagy tömegű testhez közel elhaladó bolygócsírák (planetézimálok) egy kaotikus zónaként ismert, kiürített régiót eredményeznek. Az



egymást átfedő középmozgás-rezonanciák elmélete alapján meghatározható az ilyen üregek szélessége. Annak eldöntésére, hogy a megfigyelt üregek megfigyelhetők-e a kaotikus zónának, Regály Zsolt és munkatársai ütközésmentes  $n$ -test-szimulációkat futtattak. Ezekből szintetikus képeket készítettek, amelyeken meghatározták az üregek paramétereit. Az üregek méretének meghatározására empirikus formulákat állítottak fel, és kidolgoztak egy új módszert az üreget kialakító bolygó pályaelemeinek és tömegének becslésére is, amely az Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) etalonnak számító mérésein alapul.

## Exobolygórendszerek

Dobos Vera és Kiss László Amy C. Barr amerikai csillagással kooperációban feltérképezték a TRAPPIST-1 rendszer bolygóinak valószínűsíthető belső szerkezetét, és ez alapján meghatározták a csillag gravitációs hatásából származó árapályfűtésüket. Azt találták, hogy a  $d$  és az  $e$  bolygók lehetnek lakhatók, ám a  $d$  bolygó csak akkor kerülheti el a megszaladó üvegházhatást, ha az albedója legalább 0,3. Ha a bolygók tömegét 0,1–0,5 földtömeg pontossággal ismernénk, akkor megállapítható lenne, hogy melyik bolygó tartalmaz jelentős mennyiségű vizet/jeget vagy vasmagot.

Fedési exobolygók keresése közben, a HATNet-felmérés keretében Kovács Géza közreműködésével fedezték fel a HAT-TR-318-007 nevű rendszert, amely egy 3,3 nap periódusú kétvonalas fedési kettős, M-törpékből áll, és teljes másodlagos fedéseket mutat. A komponensek tömegének és sugarainak meghatározásához radiális sebességeket, számos földi, valamint a K2 ötödik kampányából származó fényességmérést használtak. Az eredményeket összehasonlították a Dartmouth csillagfejlődési modellekkel, amiből az derült ki, hogy a rendszer 6,6 milliárd évnél idősebb.

## A Naprendszer égitestjei

A Kepler űrtávcső ekliptika környéki mezőket megfigyelő K2 missziója lehetővé tette nagy számú kisbolygó több napon át tartó, folytonos észlelését. Az egyik ilyen területen, amelyet eredetileg az Uránusz megfigyelésére választot-

tak ki, Molnár László és munkatársai 608 aszteroidát azonosítottak és követték nyomon a fényességük változásait. Ennek alapján 90 célpontra lehetett forgási periódust származtatni, 86 kisbolygóra elsőként. További 16 célpont esetében részleges ciklusokat és-vagy fedésre utaló jeleket találtak a kutatók. Adataik alapján a főövi kisbolygók medián forgási periódusa egyértelműen hosszabb, mint a földi megfigyelések alapján kapott jellemző értékek, jelezve, hogy utóbbiakban általában csak a rövidebb, tipikusan egyetlen éjszaka alatt kimérhető forgási periódusokat veszik észre, a hosszabb periódusokat nem. A kisbolygók perióduseloszlása fontos információkat hordoz a kisbolygók ütközési fejlődéséről és arról is, hogy pl. a napsugárzás hogyan befolyásolja, gyorsítja vagy lassítja a kisbolygók forgását.

A Kepler-űrtávcső K2 missziójához hasonlóan a TESS űrtávcső is számos kisbolygót tud megfigyelni folyamatosan, a földi megfigyeléseknél jellemzően sokkal hosszabb ideig. Egy összehasonlító tanulmányban Pál András és munkatársai a Kepler/K2 és a TESS kisbolygó-megfigyelései közötti hasonlóságokat és különbségeket vizsgálták a Naprendszerrel kapcsolatos kutatási irányok és a várható adatmennyiség szempontjából. A TESS szinte a teljes égboltot le fogja fedni, 27 napos kampányok során gyűjtött idősor-adatokkal. Az űrtávcsövet négy, egyenként  $24 \times 24$  fokos látómezejű kamerával szerelték fel. Ugyan az elsődleges misszióban az ekliptikai síkot nem fogja észlelni, a fő kisbolygóöv és a Kuiper-öv jellemző skálamagasságai alapján azonban jelentős mennyiségű naprendszerbeli égitest fog áthaladni a TESS egyik, az ekliptikához legközelebbi területek felé néző kamerája előtt. A TESS várhatóan hatékonyabb lesz a Keplernél. Előbbi csak fényesebb naprendszerbeli égitestekről tudott fotometriai idősorokat – így forgási adatokat – szolgáltatni, de a TESS-minta térbeli és fázistérbeli szempontokból teljesebb és homogénebb lesz.

Sikerült olyan területeket azonosítani a Marson (Kereszturi Ákos, Pál Bernadett), ahol éjszaka a légkör felszín feletti 1-2 m-es magasságban anomálishan magas lesz a relatív nedvességtartalom, ami aztán az ott jellemző, alacsony hőmérséklet ellenére kedvez a sók elfolyósodásának. Éghajlati modell alapján ezek a területek a felszín alacsony hőtehetetlenségű vidékei. Tovább folytattuk a marsfelszín közepes szélességű, jéggel és vízzel kapcsolatos felszíninformáinak feltérképezését és elemzését is. A térképezés alapján az Utopia és az Amazonis Planitia síkságok területén három, eltérő vastagságú és korú, jégtartalmú üledékes rétegre utaló nyomokat sikerült azonosítani, amelyek éghajlatváltozásokkal kapcsolatban keletkezhetnek.

## Galaktikus és extragalaktikus asztrofizika

Az év második felében indult új Lendület-csoport, az MTA CSFK Lendület Lokális Kozmológia Kutatócsoport a Tejútrendszer szerkezetét kutatja pulzáló változócsillagokkal. Ebben ötvözi az egyedi csillagok tulajdonságainak vizsgálatát űrfotometriai eszközökkel, a nagy égboltfelmérések eredményeivel, mindehhez Big Data algoritmusokra és gépi tanulásra alapuló módszereket fejleszt. Eredményeik egy részét az Európai Űrügynökség Gaia asztrometriai missziója keretében érték el. A 2013-ban felbocsátott űreszköz több mint másfél milliárd csillag pozícióját, távolságát és mozgását méri rendkívüli pontossággal, ami a Tejútrendszer kialakulásának és fejlődésének jobb megértéséhez nyújt páratlan lehetőségeket.

Az intézet számos kutatója vett részt a Gaia misszió második adatkibocsátásának (Gaia DR2) előkészítésében. Ez a 21 magnitúdónál fényesebb égi források asztrometriáját, fotometriáját és radiális sebességeit tartalmazza, továbbá információkat ad asztrofizikai paramétereikről és fényességváltozásairól is. A Gaia DR2 az űrtávcső által 22 hónapon át gyűjtött adatok alapján 1,7 milliárd forrás égi pozícióját és G-sávban mért fényességét adja meg. Ebből 1,3 milliárd forrásra parallaxis és sajátmozgás-értékek is rendelkezésre állnak. A Gaia DR2 több mint félmillió változócsillagként azonosított forrást tartalmaz, ezeknek körülbelül fele új felfedezés. Az intézet kutatói fontos szerepet játszottak a változócsillag-jelöltek azonosításában és részletes vizsgálatában is. Ezeken kívül hozzájárultak többek között a Tejútrendszer korongjának kinematikáját, a gömbhalmazok és törpegalaxisok mozgását, és az előbbieket forgását célzó vizsgálatokhoz is. A DR2 fontos mérföldkő a 21. század asztrofizikájában, amit jól mutat, hogy a katalógust részletező egyetlen szakcikk másfél év alatt közel kétezer hivatkozást szerzett.

Vinkó József vezetésével egy nagyobb intézeti csapat négy közeli Ia-típusú szupernóva abszolút távolságát határozta meg hazai távcsövekkel mért, nagy jel-zaj viszonyú, sűrűn mintavételezett többszín-fotometriai adatok alapján. Az eredmények összehasonlításából megállapították, hogy a kevésbé vörösödött szupernóvák távolságmodulusai 0,2 magnitúdón belül konzisztensek egymással, sőt a legjobb jel-zaj viszonyú *BVRI* adatokra az egyezés jobb mint 0,1 magnitúdó. Az erősen vörösödött SN 2014J-re ezek az eltérések valamilyen nagyobbak bizonyultak. Általában a szupernóvákra alapuló távolságok jól egyeznek a szülő galaxisaik cefeidákból meghatározott távolságaival. Kö-

vetkeztetésük szerint a jelenleg használt technikákkal a közeli Ia szupernóvák fotometriai távolságmodulusai 0,1–0,2 magnitúdó szisztematikus hibával terhelték. További fejlesztések szükségesek a kívánt 0,05 magnitúdónál kisebb bizonytalanság elérése érdekében.

Egy nemzetközi csoport Frey Sándor vezetésével két nagy vöröseltolódású aktív galaxismag VLBI-méréseit végezte egy globális rádióteleszkóp-hálózattal, 2,3 és 8,6 GHz frekvencián. A célpontok állandó fényessége lehetővé tette, hogy öt különböző időpontban végzett mérések adatait kombinálják. Ezzel a megoldással sikerült érzékeny, nagy felbontású térképezést végrehajtaniuk. Most először készült VLBI-térkép az egyik legnagyobb ismert vöröseltolódású blazárról (J0906+6930) 8 GHz-nél alacsonyabb frekvencián. Megerősítették, hogy a látóirányhoz közel mutató anyagáram (jet) égboltra eső vetülete a mag közelében spirális szerkezetű. Eredményeikkel sikerült demonstrálni, hogy az alapvetően asztrometriai és geodéziai célból végzett VLBI-méréseknek is lehet asztrofizikai alkalmazása.

## Nukleáris asztrofizika

A Maria Lugaro által vezetett nukleáris asztrofizika kutatócsoport a nehéz elemek kialakulási körülményeit és a galaktikus kémiai fejlődés részleteit tanulmányozza. Többek között vizsgálták a kettős neutroncsillagok összeolvadásakor végbemenő, a LIGO/Virgo detektorok által észlelhető gravitációs-hullám-eseményekhez vezető folyamatokat is. A kutatócsoport a GW170817 neutroncsillag-összeolvadásból származó gravitációs-hullám-megfigyelést a Tejútrendszer kémiai fejlődése szempontjából vizsgálta, és megmutatták, hogy a neutroncsillag-összeolvadások a gyors neutronbefogási folyamatban (ún. r-folyamat) létrejövő elemek, pl. az arany legfontosabb forrásai lehetnek. A modell szerint a társuktól anyagot nyerő és később szupernóvaként felrobbanó fehér törpék jelentős mértékben hoznak létre neutronbefogással létrejövő elemeket (cirkónium, stroncium) az ún. köztes neutronbefogással (más néven i-folyamat). Ez megmagyarázhatja a Napban mérhető és az elméletileg várt elemgyakoriságok közötti korábbi eltéréseket.

Néhány nehéz elem, pl. az arany és az eurórium szinte kizárólag a gyors neutronbefogási folyamatban jön létre, ugyanakkor az nem tisztázott, hogy milyen asztrofizikai események lehetnek ennek a legjelentősebb forrásai. A galaxisok

kémiai fejlődési modelljei ezt leginkább az eurórium gyakoriságának mérésével tudják tesztelni. Jelenleg a neutroncsillag-összeolvadások a népszerű jelöltek, de ezek gyakoriságának tükröznie kell azt, amit gravitációs hullám megfigyelésekből látunk. A kutatócsoport által végzett vizsgálat szerint a LIGO/Virgo által megfigyelt események számából kapott neutroncsillag-összeolvadások gyakorisága kiválóan egyezik azzal, amit a Tejútrendszer kémiai fejlődési modelljeiben kell használnunk, ahhoz hogy megkapjuk az eurórium észlelt gyakoriságát. Ennek alapján a GW170817 gravitációshullám-esemény mintegy 1-5 földtömegnyi euróriumot és 3-13 földtömegnyi aranyat termelhetett.

## **Laboratóriumi asztrofizika**

A hazánkban talált Csátalja-meteorit további elemzése alapján a vizsgált mintában egy jelentős nagyságú lökéshullám hatását sikerült kimutatni. A fejlődéstörténet rekonstrukciójával egy korai, töredezéses és gyengébb sokkhatású időszakot egy intenzívebb sokkolódásos periódus követett, amikor kőzetolvadék is létrejött. Az ESA Hera kisbolygóhoz induló küldetését támogató NEO-METLAB nevű ESA-projekt keretében Kereszturi Ákos és munkatársai meteoritok infravörös színekeit rögzítették, hogy az alapján meg lehessen becsülni, mely hullámhossztartományokat érdemes figyelni egy tervezett infravörös tartományra érzékeny detektornak. Folytatták a Mars-releváns földi ásványok és kőzetek elemzését, amelynek keretében földi minták alapján infravörös és Raman-módszerekkel hasonlították össze a kritikus összetevők azonosításának módszereit. Kiderült, hogy sok esetben csak röntgenmódszerrel különíthetők el fontos ásványok, ami főleg az agyagásványok esetében ad megbízható eredményt. Az infravörös módszer a gyengén kristályos (pl. vulkáni eredetű üveges) szerkezetek vizsgálatánál hasznos, ugyanakkor karbonát- és agyagásvány-határozáshoz nem ideális. A Raman-módszer az egyes ásványcsoportok tagjainak elkülönítésében segíthet.

## **Műszerfejlesztés**

A CAMELOT (Cubesats Applied for MEasuring and LOcalising Transients) egy flottányi tervezés alatt álló nanoműhold, amelyek a teljes égbolt felmérését

és gammatartományba eső tranziens események időpontjának pontos mérésén alapuló helymeghatározását fogják végezni. Az egyetemi–akadémiai–ipari együttműködésben megvalósuló misszióhoz elkészült a Pál András vezetésével tervezett digitális elektronika prototípusa. Az elektronika által biztosított GPS alapú időbélyegzési eljárás bizonyítottan képes a gammafotonok beérkezési időpontjának 0,02 milliszekundumnál pontosabb meghatározására. Ez megfelel egy hozzávetőlegesen 3,5 ívperc pontosságú szinkronizált időmérési technikán alapuló helymeghatározásnak. További finomításokkal ez a pontosság akár a mikroszekundum alatti szintre is tökéletesíthető lesz.

## **Párbeszéd a tudomány és a társadalom között**

A csillagászat iránt mutatkozó hatalmas érdeklődést komolyan véve az Intézet kutatói nagy intenzitással végeznek ismeretterjesztő munkát, és reagálnak minden megkeresésre. Munkájukat több száz médiamegjelenés, félszáznál több ismeretterjesztő előadás, ennél is több írás és fordítás jelezte 2018-ban is. A 2017-ben alapított Magyar Csillagászat Nonprofit Kft. segítségével hatalmas lépéseket tettek a 2019-ben Magyarországon megrendezett Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia előkészületi munkáiban. A részben akadémiai infrastruktúra-fejlesztési támogatással elkezdett, 2018-ban jórészt önerőből folytatott és a befejezéshez közel álló „Csillagászati és földtudományi kutatóképző szaklaboratórium” próbaüzeme megtörtént. A tervek szerint 2019-től a 60 cm-es teleszkóp is – az ország legnagyobb bemutató távcsöveként – hadra fogható állapotban várja majd a látogatókat. Tavasszal egy bárki számára elérhető csillagászati alaptanfolyam gyakorlati félévének adott otthont a szaklaboratórium. A tudomány és a kultúra ötvözését szolgálta a normafai telephelyen rendezett képzőművészeti kiállítás, komolyzenei hangverseny és – Budapest város építészeti öröksége részeként – a Svábhegyi Csillagvizsgálót bemutató séták is.

## **Hazai és nemzetközi kapcsolatok, pályázatok**

**Hazai:** A beszámolási időszakban rendkívül eredményes intézményi kapcsolatokat tartottunk fent hazai csillagászati kutatóhelyekkel: Szegedi Tudo-

mányegyetem, ELTE Fizikai Intézet, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Observatóriuma és a debreceni Atommagkutató Intézet. A beszámolási időszakban is részt vettünk az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben, meghirdetett előadásokkal, gyakorlatok tartásával, szakdolgozati, tudományos diákköri és doktori témavezetéssel. A 2018-as tanévben az alábbi kurzusokat tartottuk, illetve vettünk részt előadásokkal: ELTE: A Mars földrajza és geológiája; Asztrostatistika II.; Az asztrofizika megfigyelési módszerei; Bevezetés a csillagászatba; Csillag körüli korongok fejlődése II.; Csillagok világa; Csillagrendszerek dinamikája I.; Galaktikus csillagászat; Planetológia; Rádiócsillagászat II.; A Naprendszer peremén I., Exobolygók I.; Észlelési gyakorlat; Asztrobiológia; Legújabb eredmények a napfizikában; Mágneses aktivitás késői típusú csillagokon; Űrfotometria. SZTE: Csillagászati spektroszkópia; Elméleti asztrofizika II.; Galaktikus csillagászat. DE: Bevezetés a csillagászatba.

**Nemzetközi:** Tovább folytattuk gyümölcsöző nemzetközi együttműködéseinket a Gaia, KASC, TASC, CHEOPS, PLATO, ARIEL, Rosetta, LUNA, NuGrid, JINA, JUNA, HATNet, Matisse, ChETEC (Chemical Elements as Tracers of the Evolution of the Cosmos), Europlanet, SBNF (Small Bodies Near and Far), CID (Chemistry in Disks), SoFAR (Seismology of fast rotating stars), GALAH, WEAVE, LSST, HETDEX projektekben. 2018-ban is számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt/célpontokat csillagászati nagyműszerekre és űrtávcsövekre (APEX, ALMA, CFHT, IRAM, K2, Spitzer, TESS, ESO VLT/VLTI, SMA, VLA, VLBI, e-Merlin, LBA, EVN, RadioAstron, XMM-Newton) nemzetközi együttműködésben.

**Rendezvények, mobilitás:** Az év során több jelentős hazai és külföldi találkozó és szakmai workshop megrendezésében vettek részt az intézet kutatói, ezek: Elemental composition in solar and stellar atmospheres & magnetic activity workshop (2018. február 27. – március 1., Budapest), Life on Earth and Beyond Conference (2018. március 19–24., Bertinoro, Olaszország), ARIEL workshop (2018. június 26–27., Budapest), AOGS 15<sup>th</sup> Annual Meeting (2018. június 3–8., Honolulu, Hawaii), 9<sup>th</sup> VLTI Summer School (2018. július 9–14. Lisszabon, Portugália), Observing techniques, instrumentation and science for metre-class telescopes II, (2018. szept. 24–28., Tátralomnic, Szlovákia).

Az intézet kutatói több hosszabb **tanulmányutat** tettek több németországi Max Planck Intézetben, a darmstadti Műszaki Egyetemen, a potsdami Leibniz Asztrofizikai Intézetben, a Heidelbergi Elméleti Tanulmányok Intézetében,

a Hulli Egyetemen (Egyesült Királyság), a Jodrell Bank Asztrofizikai Központban (Egyesült Királyság), a Joint Institute for VLBI ERIC (Dwingeloo, Hollandia), a Bécsi és Grazi Egyetemeken, a grenoble-i IRAM-központban, a párizsi Institute de Physique du Globe-ban, az International Space Science Institute-ban (Svájc), az ETH-n Zürichben, a barcelonai Catalunya Egyetemen, az Oslói Egyetemen (Norvégia), a Laval Egyetemen (Québec City, Kanada), a Space Telescope Science Institute-ban (Baltimore, USA), az MIT Kavli Intézetében (Boston, USA), a Center for Astrophysics-ben (Cambridge, USA), a Caltech-en (USA), a Texasi Egyetemen (Austin, USA), a McDonald Obszervatóriumban (USA), az ESO Paranal Obszervatóriumában (Chile), a Monash Egyetemen (Melbourne, Ausztrália), a Nishi-Harima Csillagászati Obszervatóriumban (Japán), a Kínai Műszaki és Tudományegyetemen (Hefei, Kína), a Nankingi Egyetemen (Kína), a Kínai Tudományos Akadémia Sanghaji Csillagászati Obszervatóriumában, valamint Bécsben és Lisszabonban nyári egyetemeken, a Taberna-sivatagban (Spanyolország) terepmunkán vettek részt. **Vendégkutatókat** fogadtak az Amerikai Egyesült Államokból, Ausztráliából, Ausztriából, a Dél-Afrikai Köztársaságból, az Egyesült Királyságból, Franciaországból, Japánból, Kínából, Mexikóból, Németországból, Olaszországból, Oroszországból, Svájcól, Szerbiából és Tajvanról.

## A 2018-ban elnyert hazai és nemzetközi pályázatok

Lokális kozmológia pulzáló változócsillagokkal (MTA Lendület-II 2018–2023, PI: Szabó Róbert, 195 M Ft); CAMELOT cubesat projekt – Nagyenergiás asztrofizikai folyamatok megfigyelése (MTA KEP Kiválósági Együtműködési program 2019–2021, PI: Kiss L. László, 38,33 M Ft); Bolygókeletkezés élőben (NKFIH PD 2018–2021, PI: Marton Gábor, 15,807 M Ft); Klasszikus pulzáló csillagok és a Blazskó-effektus (NKFIH NN 2018–2022, PI: Jurcsik Johanna, 44,172 M Ft); Napfoltcsoportok visszafejlődési folyamatának tulajdonságai (NKFIH FK 2018–2021, PI: Muraközy Judit, 16,681 M Ft); Nagy léptékű földi és űrbeli áttekintő programok szinergiája (NKFIH K 2018–2022, PI: Kovács Géza, 46,216 M Ft); Fiatál törmeléköröngök por- és gázanyagának tanulmányozása infravörös és milliméteres technikákkal (NKFIH KH 2018–2020, PI: Moór Attila, 19,914 M Ft); A vason túli elemek keletkezése (NKFIH KH 2018–2020, PI: Maria Lugaro, 19,976 M Ft); Kozmikus világítótoronyok



asztroszeizmológiája (MTA Prémium posztdok 2019–2021, PI: Molnár László, 32,012 M Ft); EU H2020 Cost Action CA18104 Revealing the Milky Way with Gaia 2019–2021 (magyar koordinátor: Szabó Róbert).



*A piszkéstetői 1 m-es RCC-távcső körkékelyére felszerelt egyik meteorkamera egység, amely egy digitális videokamerát és egy DSLR fényképezőgépet, valamint egy gyors fénymérőt tartalmaz. Az obszervatóriumban öt ilyen egység kapott helyet, melyekkel a teljes égbolt egyszerre figyelhető. A projekt az NKFIH 2.3.2.15-2016-00003 számú „Kozmikus hatások és kockázatok” című GINOP-pályázat támogatásával valósul meg.*

## PETROVAY KRISTÓF

### AZ ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2018-ban

#### Személyi állomány

A tanszék személyi állománya 2018 őszén a következő volt: Petrovay Kristóf tanszékvezető egyetemi tanár; Balázs Béla emeritus professzor; Érdi Bálint emeritus professzor; Balázs Lajos egyetemi magántanár; Forgácsné Dajka Emese adjunktus; Kutrovácz Gábor adjunktus; Sándor Zsolt adjunktus; Süli Áron adjunktus; Tóth L. Viktor adjunktus; Belucz Bernadett tud. munkatárs; Marschalkó Gábor tud. munkatárs; Nagy Melinda tud. segédmunkatárs; Ankáné Flender Olga obszervátor.

*Vendégkutatók:* Fáy-Siebenbürgen (Erdélyi) Róbert; Elek Anett; Gyenge Norbert; Korsós Marianna; Pál András; Sztakovics János.

*Doktoranduszok:* Bögnér Rebeka, Császár Anna, Hajdu Tamás, Perger Krisztina, Suleiman Nofoz; Talafha Mohamed.

*Óraadók, külső előadók:* Barnaföldi Gergely, Borkovits Tamás, Frey Sándor, Kálmán Béla, Kereszturi Ákos, Kiss Csaba, Kiss László, Kövári Zsolt, Németh Zoltán, Opitz Andrea, Vida Krisztián.

Korábbi doktoranduszaink közül Fehér Orsolya 2018-ban megvédte PhD értekezését.

#### Oktatás és ismeretterjesztés

A csillagász mesterszakon és az alapszakok csillagászat szakirányain zökkenőmentesen tovább folyt az oktatás. Folytatódott az előző évben kidolgozott tanterv felmenő rendszerben történő bevezetése.

Planetáriummi műszerünket továbbra is intenzíven használjuk mind az oktatás, mind a tudományos ismeretterjesztés területén. Hajdu Tamás, Nagy Melinda, Strifler Anita és Sztakovics János az év során számos planetáriummi bemutatót tartott iskolai osztályok, szakkörök, ELTE-dolgozók, ill. szakmai

érdeklődők részére. Az ELTE-n szeptemberben és februárban megrendezett nyílt napokon ismét planetáriumi műsorokkal működünk közre.

Továbbra is örömdetesen élénk a csillagász tudományos diákköri tevékenység. A két évvel korábbi rendezvény mintájára márciusban ismét sor került TDK tehetségnapra Tóth L. Viktor szervezésében. Összesen 32 lehetséges témát harangoztak be hallgatóinknak a kutatók.

A 2018-as Eötvös-napon, az ELTE TTK „házi ünnepén” diákok is összefogalhathatták háromperces formában sikeres TDK-kutatásaikat. Az elhangzott tíz előadást a hallgatóság szavazással értékelte. Alapszakos hallgatónk, Ignác Bernadett harmadik lett *Neptunuszon túli törpebolygók hold- és gyűrűrendszereinek vizsgálata* című prezentációjával.

Az év végi kari csillagász TDK-konferencián 17 előadás hangzott el. A három szekcióban született eredmények az alábbiak: kiemelt I. díj: Kővári Emese (tv. Érdi Bálint), ill. Seli Bálint (tv. Vida Krisztián). I. díj: Asztalos Balázs (tv. Forgácsné Dajka Emese), Csörnyei Géza (tv. Szabados László), ill. Kovács Tímea (tv. Tóth L. Viktor) és Stermeczky Zsófia (tv. Vinkó József). II. díj: Soós Szabolcs (tv. Forgácsné Dajka Emese), Szabó Zsófia (tv. Ábrahám Péter, Kóspál Ágnes), ill. Krezinger Máté (tv. Frey Sándor). III. díj: Fockter Zoltán és Koncz Kristóf (tv. Forgácsné Dajka Emese), Kovács Gábor (tv. Nuspl János, Szabó Róbert), ill. Benke Petra (tv. Frey Sándor). Előző évi dolgozata továbbfejlesztéséért dicséretet kapott Kalup Csilla (tv. Sódorné Bognár Zsófia). Újdonságként idén először középiskolások (Fehérné Barcs Ágnes tanárnő diákjai a Városmajori Gimnáziumból) is alkalmat kaptak tudományos projektjeik versenyen kívüli bemutatására.

Az ERASMUS csereprogram keretében 2018-ban két hallgatónk vett részt külföldi szakmai gyakorlaton. Bögnér Rebeka doktorandusz a bonni MPI für Radioastronomie-ban, Kovács Tímea mesterszakos hallgató pedig Bolognában (INAF-AISF) töltött 2-2 hónapot. Tanszékünkön tavasszal két német Erasmus hallgatót fogadtunk a Tübingeni Egyetemről (T. Rometsch, T. Moldenhauer). Oktatóink közül Sándor Zsolt utazott ki ERASMUS International Credit Mobility program keretében Argentínába (Universidad Nacional de Córdoba). Nagy Melinda az előző két évhez hasonlóan nyáron több hónapot töltött Montrealban a Tempus alapítvány Campus Mundi ösztöndíjával.

2018-ban az alábbi hallgatók tették le a csillagász mesterszakos záróvizsgát: Boldog Ádám, Császár Anna, Deme Barnabás, Forró Adrienn, Gerják Tímea, Horváth Dénes, Kővári Emese, Teravágimov Róbert, Vörös Ádám, Zsidi Gab-

riella. A korábbi osztatlan csillagászképzés záróvizsgáját Ratkai Ferenc és Zelkó Zoltán abszolválták.

## Kutatás

A 2018. évben tanszékünk munkatársainak 56 bírált tudományos folyóirat-cikke, valamint 10 további közleménye jelent meg. A publikációk jegyzéke a tanszék honlapján megtalálható. Az alábbiakban csak ízelítőt adhatunk az eredményekből.

### *Égi mechanika és bolygórendszerek*

Megkezdjük a fűtési erő hatásának vizsgálatát migráló és planetezimálokat akkretáló bolygómagokra. Az elméleti megfontolások szerint a protoplanetáris korongokba beágyazott bolygómagok pályavándorlása során azok különféle középmozgás-rezonanciákba, illetve rezonanciák láncolatába is befogódhatnak. Ennek ellentmondani látszik azonban, hogy a megfigyelt bolygórendszerekben viszonylag alacsony a rezonáns rendszerek részaránya. Argentínai kutatókkal együttműködve olyan mechanizmusokat vizsgálunk, amelyek megakadályozhatják a migráló bolygómagok befogódását rezonanciába. Ilyen mechanizmus lehet az ún. fűtési forgatónyomaték, amely akkor ébred, amikor a gázkorongba ágyazott bolygómagnak a planetezimálok akkréciója során keletkező luminozitása megváltoztatja a bolygómag környezetében a gáz viselkedését, s ez végső soron a bolygómag excentricitásának és inklinációjának növekedéséhez vezet. A megnövekedett excentricitások meggátolják a bolygómagok középmozgás-rezonanciákba történő befogódását. A fűtési forgatónyomatékre levezetett analitikus összefüggéseket beépítettük az általunk használt N-test numerikus integráló programba. Előzetes eredményeink szerint a fűtési forgatónyomaték sikeresen megakadályozza a migráló bolygómagok rezonanciába történő befogódását, ugyanakkor a kialakuló bolygórendszer kompakt marad. (Sándor Zs.)

Folytattuk bolygómagok akkréciós korongok nyomási maximumaiban planetezimál akkréció útján történő növekedésének elméleti vizsgálatát. Kutatásunk jelen fázisában a planetezimálok bolygómagokra történő akkrécióját

vizsgáljuk. Egy bolygómag akkrécióját egydimenziós korongmodellben, több, egymással gravitációsan is kölcsönható bolygómag esetén numerikus N-test-integrálás segítségével modellezzük. (Sándor Zs., Császár A. és mások)

Csillagtömegű kettős fekete lyukak létrejöttét modelleztük aktív galaxismagok (AGN) középponti korongjaiban történő migrációjuk során. A LIGO detektor gravitációshullám-észlelései nagy valószínűséggel csillagtömegű fekete lyukak összeolvadásából származnak. Az észlelések gyakoriságából arra lehet következtetni, hogy nagy számban alakulnak ki csillagtömegű feketelyuk-kettősök. Egy olyan, főként az American Museum of Natural History Asztrofizikai Intézetében zajló kutatásba kapcsolódtunk be, amelyben egy aktív galaxismagban a szupernagy tömegű fekete lyuk körüli korongban vizsgáltuk a csillagtömegű fekete lyukak pályavándorlását. A protoplanetáris korongokhoz hasonlóan, az AGN korongokban is léteznek olyan helyek, ahol a fekete lyukak pályavándorlásáért felelős eredő forgatónyomaték eltűnik. Paraméterezett N-test-szimulációk során, az AGN-korongok egy analitikus modelljét felhasználva kimutattuk, hogy ezen helyeken könnyen kialakulnak kettős feketelyuk-rendszerek, s ezekben a fekete lyukak ütközése jelentős hányadát adhatja a LIGO által észlelt gravitációshullám-észleléseknek. A kutatás során az általunk kifejlesztett N-test numerikus integrátor kissé módosított változatával modelleztük a csillagtömegű fekete lyukak migrációját az AGN korongokban. (Sándor Zs. és mások)

Megkezdjük a bolygócsírák ütközései során keletkező törmelékek szerepének vizsgálatát a bolygók kialakulása során. Az ütközések modellezését Smooth Particle Hydrodynamics (SPH) program segítségével végezzük a Bércsi Egyetem Csillagászati Intézete munkatársainak részvételével. A modellezéshez először 10 000 Ceres méretű (~500 km sugarú) testet helyeztünk el egy síkbeli gyűrűbe a Nap körül 1,5 és 3 CSE naptávolság között. A síkbeli vizsgálatok során először az ütközési paraméterek lehetséges értékeire és azok eloszlásfüggvényeire voltunk kíváncsiak. A testek szimulációját a CUDA technológiát alkalmazó N-test-integrátorunkkal végeztük. A következő lépésben megterveztük, kialakítottuk majd beprogramoztuk az N-test-szimulátor és az SPH-kódok közötti interfészeket, alkalmassá téve a programokat arra, hogy a kimeneti és bemeneti adatokat egymással meg tudják osztani. Ennek tesztelése sikerrel zárult. Ezzel párhuzamosan elindítottuk a térbeli N-test-szimulációkat, hogy valódi fizikai ütközéseket kapjunk, és azokkal mint kezdőfeltételekkel elindítsuk az SPH szimulációkat. A síkbeli vizsgálatokkal szemben kiderült, hogy három di-

menzióban  $N = 10\,000$  test esetén ütközések csak nagyon ritkán következnek be. A futások még nem fejeződtek be az eredmények feldolgozása folyamatban van. (Süli Á. és mások)

Tovább folytattuk fedési kettőscsillagok körüli komponensek keresését. Hajdu Tamás vezetésével az OGLE égfelmérésből származó közel félmillió fedési kettőscsillagon végeztünk fedésiminimumidőpont-analízist. Az eredmény egy körülbelül 1000 rendszert számláló lista olyan jelöltekről, amelyeknél feltételezhetően egy harmadik, távolabbi objektum is kering a fedési kettőscsillag körül. A külső pályák excentricitásának eloszlása 0,3 érték körül igen jelentős csúcsot mutat, továbbá előszeretettel vesznek fel az ilyen rendszerek nem túl elnyúlt pályát. Kimutattuk, hogy az esetek többségében a harmadik komponens tömege a rendszer össztömegének felénél kisebb. Akad azonban néhány kivétel, ahol a harmadik komponensben található a rendszer tömegének jelentősebb része. (Hajdu T., Forgács-Dajka E., Sztakovics J., Marschalkó G., Kutrovátz G.)

Statisztikai elemzést végeztünk a Hungária kisbolygócsalád tagjainak középmozgás-rezonanciáit illetően. A Hungária kisbolygók a Mars és a Jupiter között, a fő kisbolygóövben helyezkednek el, nagy excentricitású és inklinációjú pályákon. Ezen kisbolygók Marssal való középmozgás-rezonanciáit vizsgáltuk az általunk tavaly kifejlesztett, és a 2019. évi csillagászati évkönyvben ismerttetett módszerrel (FAst Identification of mean motion Resonances – FAIR). A közel 20 ezer égitestből 613 kisbolygó esetén találtunk középmozgás-rezonanciát a Marssal. A leggyakoribbak a 7:5, 4:3, 10:7 és a 3:2 rezonanciák. Ezekben a rezonanciákban csoportosul a Hungária család közel 500 tagja. A fizikai paraméterek közül elsősorban az abszolút magnitúdó áll rendelkezésre, amelyből statisztikát is lehet készíteni. Elsődleges vizsgálataink alapján a 4:3 középmozgás-rezonanciában lévő kisbolygók abszolút magnitúdója nagyobb, mint a Hungária család többi tagjáé, holott jóval közelebb keringenek a Naphoz, mint a többi rezonáns kisbolygó. További vizsgálatok tárgyát képezi, hogy ez pontosan milyen fizikai tulajdonsággal függ össze (az albedóval, a mérettel, vagy valamilyen más egyéb tulajdonsággal).

Csoportunk munkájában vendégkutatóként részt vesznek a Szegedi Tudományegyetem bajai Observatóriuma, valamint egri Eszterházy Károly Egyetem munkatársai is. (Borkovits T., Sztakovics J.)

## *Szoláris és asztrofizikai magnetohidrodinamika*

A napciklusok előrejelezhetőségével kapcsolatos vizsgálatainkat folytatva olyan empirikus indikátorokat kerestünk, amelyek a futó napciklus után következő új ciklus jellemzőiről adhatnak információkat. A dinamó fizikájából következően ilyen indikátorokat elsősorban a Nap sarkvidékein érdemes keresni. A poláris mágneses tér szerkezetének egyik nyomkövetője a zöld koronavonal intenzitása. Azt találtuk, hogy az ennek tér- és időbeli eloszlásában mutatkozó ún. „rush to the pole” jelenség (markáns emisszió egy, gyorsan a sarkokhoz közeledő, keskeny szélességi övben a napciklus derekán) üteme, és a következő ciklus maximumáig hátra levő idő között korreláció mutatkozik. Ez alapján a 25. napciklus maximuma 2024 végére lenne várható. Az eredményt más szabályszerűségekkel kombinálva a 25. ciklus amplitúdója 130 körülinek, azaz a futó 24. ciklusnál kissé erősebbnek adódik. (Petrovay K., Nagy M., Gerják T., Juhász L.)

Folytattuk az előző évben általunk talált, a 2019. évi évkönyvben már bemutatott „betyár” napfoltok vizsgálatát a  $2 \times 2D$  dinamómodellben, montreali kollégákkal együttműködésben. Kimutattuk, hogy a betyár foltok a napciklusok hemiszferikus (észak–dél) aszimmetriájára is hatással vannak. Erős korrelációt találtunk egy ciklusban a sarki sapka mágneses fluxusában mutatkozó aszimmetria és a következő ciklus napfoltszámában mutatkozó hemiszferikus aszimmetria között; a korreláció a két félteke közötti fáziseltolódásra is érvényes. (Nagy M. és mások)

Kifejlesztettünk egy egyszerű, de robusztus kódot a napfelszínen zajló nagy léptékű mágneses fluxustranszport leírására tengelyszimmetrikus esetben (1D SFT kód). A kód segítségével kiterjedt futtatásokat végeztünk, szisztematikusan lefedve a modell háromdimenziós paraméterterét különböző alakú meridionális áramlásprofilokat feltételezve. Korábbi hasonló vizsgálatokkal szemben a modellek jóságának kritériumaként a poláris mágneses tér jellemzőinek reprodukálását tekintettük, mivel a napciklusok előrejelzése szempontjából ennek ismerete kulcsfontosságú. Az eredmények további, az eddigiektől független bizonyítékkal szolgálnak a radiális diffúziót reprezentáló bomlási tag bevezetésének szükségességét illetően 5-10 év közötti bomlási időskálán. (Petrovay K., Talafha M.)

## *Csillagközi anyag, csillagképződés*

A nemzetközi TOP-SCOPE együttműködés tagjaiként a JCMT SCUBA2 műszerével és egyéb földi távcsövekkel (Arizona SMT, Nobeyama-45m, IRAM-30m, TRA0-14m) készített felmérések tervezésében, végrehajtásában és kiértékelésében vettünk részt. A SAMPLING kódnevű Arizona SMT felmérést a szén-monoxid mm-es forgási átmenetein végeztük, egyébként egy tanszéki munkaállomásról bejelentkezve. Külön említendő még az Effelsberg-100m rádiótávcsővel folytatott ammóniaspektroszkópai felmérésünk, illetve a Karl Jansky VLA amerikai és az ATCA ausztrál interferométerekkel végzett észleléseink.

Több csillagkeletkezési területen vizsgáltuk a Planck hideg felhőinek fizikai paramétereit és beágyazott protocsillagokat. Az Orionban a csillagközi felhőmagok jelentős részére mutattuk ki, hogy azokat a külső nyomás stabilizálhatja. A  $\lambda$  Orionis környékén, vélekedésünk szerint az ultraibolya sugárzási tér magas energiasűrűsége hatására, kisebb felhő-fragmentumokat látunk, mint az Orion A és B felhőkben. Ezekből ott kevesebb felhőmag keletkezik, így tehát itt a csillag-csillagközi anyag kölcsönhatás lecsökkenti a csillagkeletkezés rátáját.

Polarimetriai méréseket is felhasználva felhőmagok belső (saját) mágneses tere és a külső tér kapcsolatát is elemeztük. Egy 200 naptömegű csillagtalan felhőmagot azonosítottuk a G035.39-00.33 jelű infravörös-sötét felhőben. Ez az általunk meghatározott mágneses és turbulens belső energiákat is figyelembe véve egy összeomlás kezdeti fázisában lévő felhőmag, az eddig ismert legnagyobb tömegű.

A tanszéki tématerületek közti szinergia egy a csillagközi felhőszálakban tipikus dinamikai probléma analitikus elemzéséhez vezetett. Kimutattuk, hogy a felhőszál középvonalán kívül nincs olyan stabil pont, ahol a felhőfragmentumok hosszabb ideig tartózkodhatnak. A kutatásokban közreműködő kollégák: Tóth L. V., Balázs L., Bögner R., Pintér S.; résztvevő hallgatók: Krezinger M., Kovács T.

## *Extragalaktikus csillagászat*

Az ELAIS N1 területen a Lokális Univerzumon kívüli galaxisok egy mintáján összevetettük a csillagkeletkezési rátát és a sokgyűrűs aromás szénhidrogének relatív portömegét. Porban gazdag egyéb, a Subaru távcsővel felfedezett extra-



galaxisokat is vizsgáltunk. Mindkét felmérésben a Herschel legfrissebb pont-forrás-katalógusát, illetve a CIGALE spektrálisenergia-eloszlást modellező programcsomagot használtuk. (Kovács T., Tóth L. V.) Galaxisok tucatjainak globális paramétereit határoztuk meg. (Krezinger M., Tóth L. V.)

A galaktikus előtérnek az Akari infravörös-adataira támaszkodó nagy szög-felbontású vizsgálata gamma-felvillanások (GRB) irányában megmutatta, hogy a hidrogén oszlopsűrűsége becslésének pontosítása a GRB környezetére számítható csillagközi anyag sűrűségben akár nagyságrendi változást is eredményezhet. (Tóth L. V., Pintér B., Balázs L. és mások)

A szenzációként a napi híradásokba is bekerült, gravitációshullám-detektorokkal is észlelt 2017-es GRB-ről megmutattuk, hogy inkább átmeneti, mint rövid GRB. (Balázs L., Tóth L. V. és mások) Az MTA CSFK extragalaktikus kutatócsoportjával közösen vizsgáltuk az Univerzum legkorábbi aktív galaxis-magjait rádióinterferometrikus távcsőhálózatok segítségével. Emellett számos távcsőpályázatot nyújtottunk be, ill. nyertünk el nemzetközi együttműködésben az európai, amerikai, ausztrál és koreai rádióinterferométeres távcsőhálózatokra. (Perger K. és mások)

## Tudományos közélet

A Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) augusztusi bécsi közgyűlésén Tóth L. Viktort beválasztották a szervezet „Csillagközi anyag és Lokális Univerzum” szakosztályának vezetőségébe. Ugyanitt az IAU 345. szimpóziuma tudományos szervezőbizottságának Tóth társelnöke volt. Petrovay februárban az IAU 340. szimpóziumán tartott meghívott előadást az indiai Jaipurban. Júniusban Tóth L. Viktor szervezése mellett házigazdái voltunk a rádióégbolt védelmével foglalkozó CRAF 2018 szakmai tanácskozásnak, amelyre több rádiócsillagászati kutatóintézet igazgatója is ellátogatott.

Kutatóink egy új OTKA-pályázatot nyertek napfizikai témában, valamint egy magyar–francia TÉT pályázatot (a Besançon-i Obszervatóriummal). Tan-székünk az év derekától részt vesz az ELTE által az Innovációs és Technológiai Minisztériumtól a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági program keretében kapott támogatás 3. Asztro- és részecskefizika tématerületének munkájában is (tv. Frei Zsolt).

Az Új Nemzeti Kiválóság program ELTE-s nyerteseinek májusi konferenciáján Nagy Melinda, Sztakovics János és Kovács Tímea tartottak előadást. Nagy Melinda ősztől tíz hónapra a predoktori kategóriában ismét támogatást nyert.

Ismeretterjesztő tevékenységünk is élénk maradt. Perger Krisztina *Két pillantás a régmúltba – rádiószemekkel* c., az Élet és Tudományban megjelent cikke az MTA TTK és a TIT ismeretterjesztő cikkpályázatán 3. helyezést ért el. Petrovay Kristóf májusban a Molnár C. Pál Múzeumban tartott előadást *Szimmetria és aszimmetria a Világegyetemben* címmel.

2018 szeptemberében ismételten elindult a Csillagászati Alaptanfolyam Perger Krisztina és Hajdu Tamás szervezésével a Magyar Csillagászati Alapítvány és az ELTE Csillagászati Tanszék oktatóinak közreműködésével. A tanfolyam során a résztvevők az alapszakos csillagászat szakirányon elsajátítható ismeretekből kaptak ízelítőt. A tanfolyamot elvégzett 21 fő a teljesítést igazoló oklevelet is kapott az egyedi élmények mellé.

## **SZATMÁRY KÁROLY – HEGEDÜS TIBOR**

### **Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2018-ban**

A Szegedi Tudományegyetem Fizikai Intézete csillagász és gravitációelméleti csoportjának munkatársai: dr. Szatmáry Károly egyetemi tanár, dr. Gergely Árpád László egyetemi tanár, dr. Vinkó József tudományos főmunkatárs, dr. Székely Péter egyetemi docens, dr. Keresztes Zoltán egyetemi docens, dr. Szalai Tamás tudományos munkatárs, dr. Nagy Andrea tudományos munkatárs, továbbá dr. Kun Emma tudományos segédmunkatárs, Tápai Márton, Barna Barnabás, Mitnyan Tibor predoktorok, ifj. Jäger Zoltán, Bókon András, Czavalinga Donát, Papp Sándor, Racskó Bence PhD-ösztöndíjasok. Vinkó J. novemberben megvédte MTA doktori értekezését.

Az egyetem Bajai Observatóriumának személyzete: dr. Hegedüs Tibor tudományos főmunkatárs, igazgató, dr. Bíró Imre Barna tudományos főmunkatárs, dr. Borkovits Tamás tudományos főmunkatárs, dr. Marschalkó Gábor tudományos munkatárs (OTKA alkalmazásban), Jäger Zoltán tudományos munkatárs, Csányi István tudományos segédmunkatárs (GINOP alkalmazásban), Ruzsics Krisztina könyvtáros/igazgatási asszisztens, Markó Mihály karbantartó. Borkovits T. júniusban megvédte MTA doktori értekezését.

### **Tudományos eredmények**

#### *Kettőscsillagok*

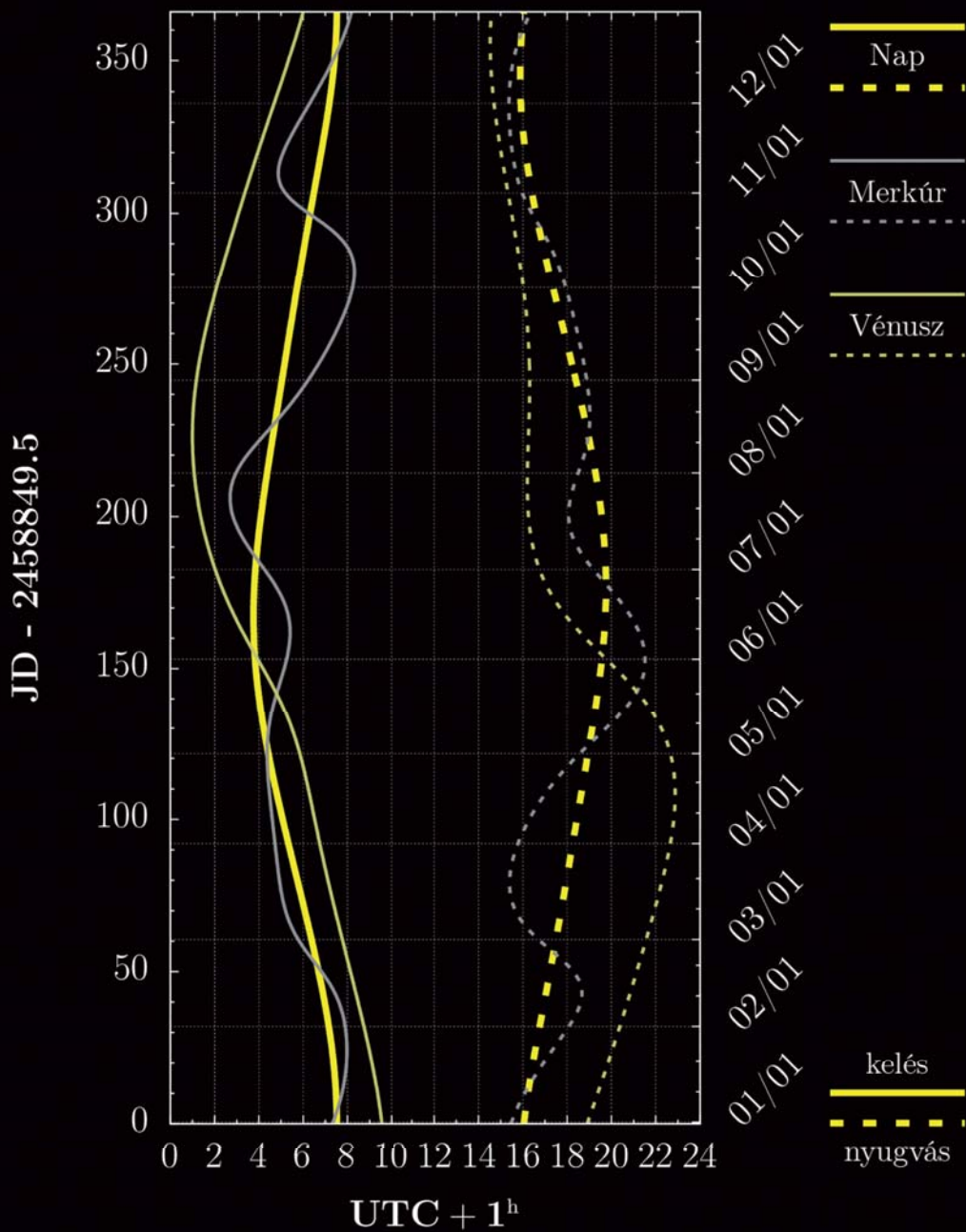
Az érintkező kettőscsillagok kromoszférikus aktivitásának vizsgálata céljából Mitnyan T. nagyszabású észlelési kampányba kezdett, amelynek keretében a piszkéstetői 1 méteres, illetve a bolgár Rozhen Observatóriumban található 2 méteres távcsövekkel gyűjtött spektroszkópiai mérési adatokat 13 fényesebb objektumról. Ezek között eddig 5 olyan objektum (V1073 Cyg, LS Del, SW Lac, EX Leo, V357 Peg) található, amelyekről megfelelő fázislefedettség mellett a kromoszférikus aktivitás jelei, illetve rövid távú, fázisfüggő változás kimutathatóvá vált a feldolgozott spektrumok elméleti modellekkel való össze-



*A Nagy Orion-köd és környezete*

# Belső bolygók kelése és nyugvása

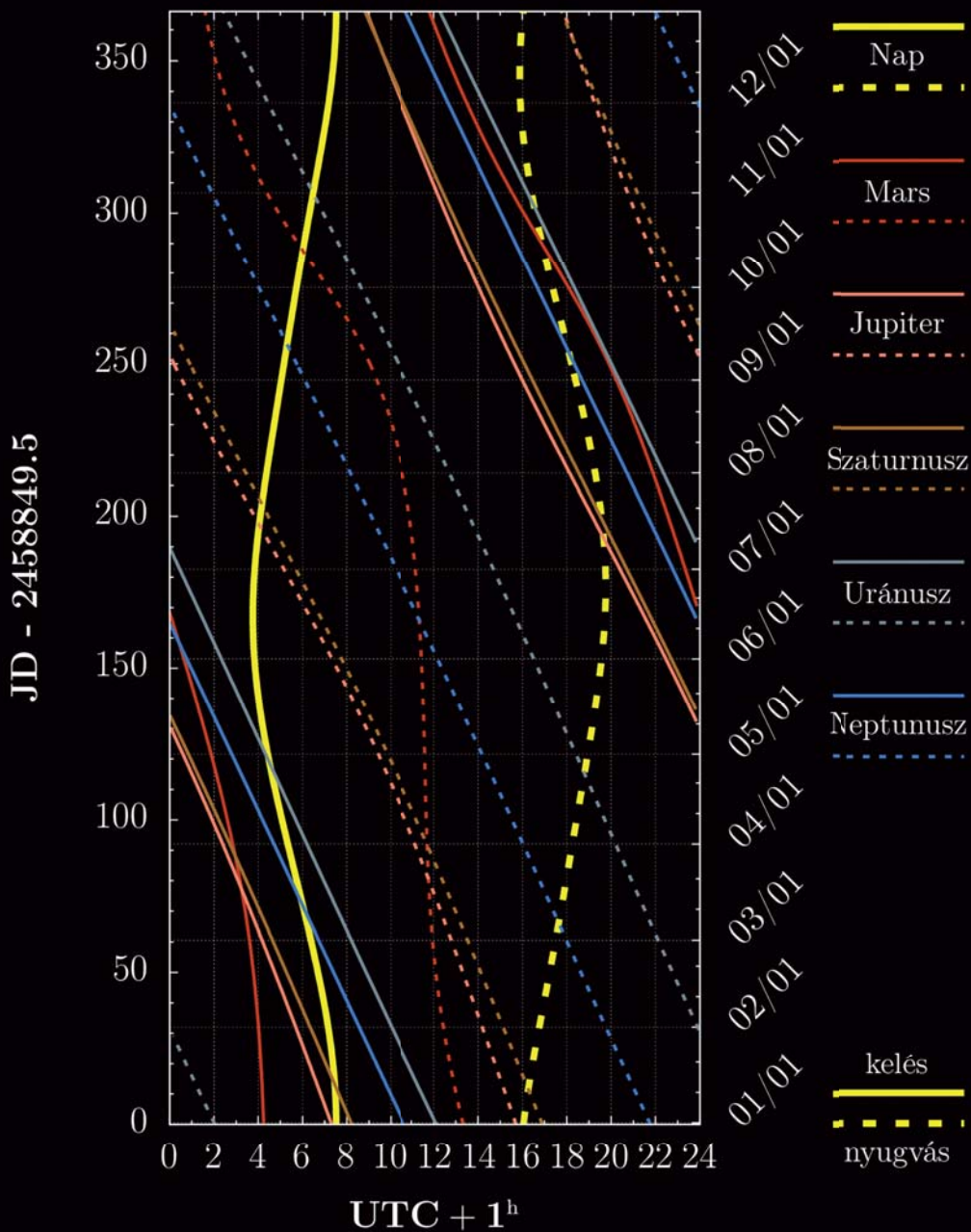
2020





# Külső bolygók kelése és nyugvása

2020





*Hamuszürke fény a fogyó Holdon*



*Telehold fényességű tűzgömb nyoma Miskolc térségéből*





*Teljes napfogyatkozás 2017. augusztus 21-én, az USA-ból*



*Napfogyatkozás 2019. július 2-án*



HIC SITUS EST  
MAX HELL HVNG. SCHEMNITZ  
SOC JESV DVM ILLA STETII SACERDOS  
PHIL D.

L. LALSS. ET ACAD. VINDOB.  
XXXVII. ANN. ASTRONOM  
EVROPAE. NOTVS INGENIE  
ARTISQUE MONVMENT NOTIOR.  
DEO VITAE. SANCTIMONIA  
EVOCATVS. AD. LABORVM. PRAEMIA.  
AETATIS. ANNO LXXII  
XVIII. KAL. MAR. MDCCXCII.  
REQUIESCAT IN PACE  
JOS L. B. PENKIER AMICO POSVIT

*Hell Miksa mellszobra és emléktáblája Maria Enzersdorfban*

vetése után. A korábban észlelt VW Cepheiről szóló munkánk eredményét is felhasználva a hat csillag kezdetleges statisztikai vizsgálatra adott lehetőséget. Ennek alapján megállapítható, hogy a kromoszférikus aktivitás erőssége kapcsolatban áll a következő fizikai mennyiségekkel: effektív hőmérséklet, B-V színindex, Rossby-szám, illetve a rendszerbeli komponensek közötti hőmérséklet-különbség. Jellemzően a gyorsabban forgó, „vörösebb” és nagyobb hőmérséklet-különbségű rendszerek kromoszféraja aktívabb. Más fontos paraméterek (pl. a rendszer tömegaránya, inklinációja vagy kitöltöttségi faktora) és a kromoszférikus aktivitás erőssége között még nem mutatható ki egyértelműen hasonló trend. Az itt ismertetett munkát és előzetes eredményeit Mitnyan T. a Szlovákiában megrendezett KOLOS 2018 nevű konferencián egy angol nyelvű előadásban is bemutatta. Az elvégzett munka az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának támogatásával készült.

### *Szupernóvák*

2018-ban tovább folytattuk a fényes, közeli szupernóvák kutatására irányuló programunkat, szoros együttműködésben a Texasi Egyetem Csillagászat Tanszékével, az MTA CSFK Csillagászati Intézetével és az SZTE Bajai Obszervatóriummal. Ezen időszak alatt mintegy 30 szupernóva fényváltozását követtük, többről színeképeket is felvettünk a texasi McDonald Obszervatórium 10 m-es Hobby-Eberly távcsövével. Emellett – Vinkó J. révén – a Global Supernova Project nemzetközi megfigyelőhálózat adataihoz is hozzáférünk, illetve együttműködünk velük több objektum vizsgálatában. Vinkó J. nevesített együttműködő a Kepler K2 misszió szupernóvákat és egyéb tranzienseket vizsgáló programjában is, amely jó néhány szupernóva nagyon jó időfelbontású vizsgálatát teszi lehetővé a Kepler-űrtávcső, valamint az együttműködésben részt vevő földi obszervatóriumok adatai segítségével.

Az MTA CSFK Csillagászati Intézet Piskéztetői Obszervatóriumából és a Bajai Obszervatóriumból zajló több éves fotometriai megfigyelések egyik gyümölcseként 2018-ban jelent meg négy közeli, nagy látszó fényességű Ia szupernóva részletes adataira épülő tanulmány, amelyben főként a kozmológiai vizsgálatokban elterjedten használt, távolságmeghatározást lehetővé tevő fénygörbeillesztő kódok megbízhatóságát vizsgáltuk (Vinkó et al., 2018, PASP,

130, 4101); a vezető szerzőn kívül szegedi részről Szalai T., Nagy A., Kun E. és Székely P., bajai részről Bíró I. B., Borkovits T. és Hegedüs T. is közreműködött a munkában.

Szintén a piskéztetői fotometriai adatok, valamint a külföldi partnerintézményekben rögzített színeképek segítségével vizsgáltuk az utóbbi évek egyik legközelebbi, legfényesebb szupernóváját, a Tűzijáték-galaxisban (NGC 6946) felbukkant, II-P típusú SN 2017eaw-t. Az űrtávcsöves mérésekkel is kiegészített adatsorokon, illetve azok komplex modellezésén alapuló eredmények közlésére nemzetközi szerzőgárda állt össze, amelyet kutatócsoportunk munkatársai vezetnek.

A texasi McDonald Observatórium 2,7 m-es távcsövével, keskeny sávú H $\alpha$ -szűrőkkel végzett észlelések segítségével tovább folytatjuk a szupernóva-robbanások táguló maradványainak a környezetükben lévő, a robbanást megelőző évszázadokban, évezredekben ledobódott anyaggal való kölcsönhatásának vizsgálatát. A legérdekesebb objektumokról a keskeny sávú képalkotás mellett színeképfelvételeket is készítünk a megújult Hobby-Eberly távcső LRS2 spektrográfiával. A kutatást egy, a projektet vezető Texasi Egyetemi kutatócsoport által elnyert, nagy presztízsű NSF pályázat is támogatja.

Befejeződött a Spitzer-űrtávcső adataira épülő, az eddigi legnagyobb közép-infravörös szupernóva-adatsor elemzése (1100 vizsgált objektum, 120 pozitív detektálás), amely nemzetközi együttműködésben, Szalai T. vezetésével és Zsírós Szanna MSc-hallgatónk közreműködésével zajlott. Az eredmények alapján a közép-infravörös tartomány kiemelten alkalmas a szupernóvák hosszabb időtávú nyomon követésére, valamint az évekkel a robbanás után zajló fizikai folyamatok feltárására. Az eredményeket összefoglaló cikket az *Astrophysical Journal Supplement Series* folyóirathoz küldtük be közlésre; a témából magyar nyelvű cikk is született a *Természet Világában* (2018/08. szám). A témával kapcsolatban Szalai T. poszttert mutatott be a „Supernovae – From Simulations to Observations and Nucleosynthetic Fingerprints” (Bad Honnef, Németország), illetve a „Shocking Supernovae: surrounding interactions and unusual events” (Stockholm, Svédország) konferenciákon.

Nagy A. tovább folytatta a kollapszár szupernóva-robbanások lefolyásának, valamint a robbanást megelőző csillagfejlődési állapotok komplex modellezéssel történő vizsgálatát. Ebben az évben hidrodinamikai modellszámításokon alapuló, egyszerűsített cikket publikált (Nagy A., 2018, *ApJ*, 862, 143), az említett Bad Honnef-i konferencián pedig poszttert mutatott be.

Barna B. kiterjesztette az egy évvel korábban megkezdett, az ún. Iax altípusba tartozó, speciális termonukleáris szupernóvák színekpsorozatainak modellezésével végzett munkáját; szegedi, német és brit kollégákkal publikált új tanulmányában (Barna et al. 2018, MNRAS, 480, 3609) öt ilyen szupernóva esetén vizsgálta a táguló gázburokban lévő kémiai elemek eloszlását (ún. abundanciato-mográfia). Barna B. a témáról előadást tartott az említett Bad Honnef-i konferencián, továbbá – az ESO garchingi kutatóközpontjában töltött időszaka alatt – rövid vendégkutatói látogatást tett a Rutgers Egyetemen (New Jersey, USA).

Az elmúlt időszakban folyamatosan zajlott az újonnan üzembe helyezendő piszkéstetői, illetve bajai 80 cm-es távcsövek mérési eredményeinek párhuzamosított, nagy sebességű adatfeldolgozását lehetővé tevő szoftverkörnyezet kialakítása.

### *Gravitációelméleti kutatások*

Gergely Á. L. két évtizede foglalkozik egymásba spirálózó feketelyuk-kettősök és a kísérő gravitációs hullámok elméleti vizsgálatával, ebben a munkában több tanítványa is részt vesz. A csoport tagja a LIGO Tudományos Kollaborációnak, amely 2018-ban újabb feketelyuk-kettősök által kibocsátott gravitációs hullámok felfedezését jelentette be, összesen 10-re növelve az Advanced LIGO O1 és O2 mérési sorozataiban talált ilyen típusú gravitációs hullámok számát. Gergely Á. L. és Tápai M. társszerzői a felfedezéseket bejelentő és azokat értelmező tíz cikknek, valamint a csoport tagjai két, kevés szerzős cikket is publikáltak a témában (Gergely Á. L., Keresztes Z., Tápai M., Universe 2018, 4(2), 40; Tápai M. et al., Universe 2018, 4(3), 56). Nemzetközi együttműködésben Kun E. és Gergely Á. L. a következő asztrofizikai-részecskefizikai kutatásokat végezték:

1. az IceCUBE által mért nagyenergiás neutrínók és az aktív galaxis-magok kapcsolatát tárgyalták (Kun E. et al., Universe 2018, 4(2), 24),
2. elemezték az S5 1803+784 BL Lac objektum kilövellésében fellelhető periodicitásokat, amelyeket a jetalapnál található fekete lyuk kettős rendszerben történő keringésével magyaráztak (Kun E. et al. MNRAS 2018, 478, 359–370)
3. nagy tömegű csillagok szupernóva-robbanását és a kozmikus sugárzás kapcsolatát elemezték (Biermann P. L. et al., Advances in Space Research 2018, 62, 2773–2816).



Gergely Á. L., Keresztes Z. és Kun E. a sötétanyag-modellek vizsgálatát a nemrelativisztikus Bose–Einstein típusú haló vizsgálatával folytatták nemzetközi együttműködésben, és szigorú korlátot vezettek le a graviton tömegére (Kun E. et al., *Symmetry* 2018, 10(10), 520). Gergely Á. L., Keresztes Z. és Gergely Cecília MSc-hallgató a téridő egy új típusú  $2+1+1$  felbontását dolgozták ki, amelyet a gravitációs szabadsági fokok hamiltoni fejlődésére alkalmaztak, általánosítva korábbi munkákat (Gergely C., Keresztes Z., Gergely Á. L., *Universe* 2018, 4(1), 9).

Gergely Á. L. és Racskó B. a skalár-tenzor gravitációelméletekben fénysebességgel terjedő lökéshullámok mentén vizsgálták a téridő és a skalármező összeilleszthetőségét (Racskó B., Gergely Á. L., *Universe* 2018, 4(3), 44).

Gergely Á. L. és Keresztes Z. a „Gravitációs hullámok, fekete lyukak és fundamentális fizika” (GWNiverse), valamint a „Kozmológiai és asztrofizikai hálózat az elméleti fejlemények és képzési kezdeményezések” (CANTATA) COST hálózatok Menedzsment Bizottsági tagjaiként tevékenykedtek.

### *Bajai kutatások*

Az OTKA K113117 projekt keretében fejlesztett új generációs fénygörbe-, rádiálssebesség-görbe- és fedésimínimumidőpont-illesztő programcsomagunkat immáron alkalmassá tettük nemcsak kettős és hármas, hanem  $2+2$ -es hierarchiájú négyes rendszerek spektro-fotodinamikai modellezésére is. A programcsomag felhasználásával, nemzetközi együttműködés keretében több fedési kettős, illetve hármas csillagrendszer széles körű vizsgálatát végeztük el. Így például a Kepler űrtávcső meghosszabbított (K2) küldetése során frissen felfedezett, EPIC 249432662 katalógusszámú, triplán fedő hármascsillag esetében kimutattuk, hogy a rendszer gyakorlatilag teljesen sík, a 8 napos periódusú belső, illetve a 188 napos periódusú külső pálya síkja  $0,2$  fokon belül egybeesik. A hármas rendszer pontos dinamikai és asztrofizikai paramétereinek meghatározásán felül előre jeleztük a későbbi hármas fedési események bekövetkezésének időpontjait, amelyeket azután földi távcsövekkel a jelzett időpontokban sikerült is megfigyelni (Borkovits et al., 2019, *MNRAS*, 483, 1934). A témából Borkovits két előadást is tartott, előbb Leidenben a Triple Evolution and Dynamics Trendy-2 meghívásos műhelytalálkozón, majd az MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézetének szemináriumán.

Ugyanezen kutatási projekt keretében elvégeztük az EPIC 211759736 fedési kettőscsillag átfogó vizsgálatát is. E rendszer érdekessége, hogy a főcsillaga egy foltos óriáscsillag. A Kepler űrtávcső nagy pontosságú méréseit földi, köztük bajai észlelésekkel kombinálva az égitestek pontos tömegének, méretének és hőmérsékletének meghatározásán felül értékes eredményeket kaptunk az óriáscsillag tengelyforgásával, illetve folttevékenységének hosszú távú alakulásával kapcsolatban is (Oláh et al., 2018, A&A, 620, A189).

Átalakítottuk a pulzáló komponenset tartalmazó fedési kettőscsillagoknál a nemradiális pulzációk módusazonosítását célzó kódcsomagot, hogy a korábban több frekvenciát legyen képes szimultán vizsgálni, és azokra jobb képi megoldásokat adjon. Bókon A. PhD-hallgató sztochasztikus mintavételezési módszert dolgozott ki, amely az optimális módusok megkeresése mellett a teljes valószínűségi eloszlást feltérképezi, ami hibabecsléseket is lehetővé tesz. Előzetes eredményeiről a Szlovákiában rendezett, KOLOS 2018 konferencián angol nyelvű előadáson számolt be.

Ifj. Jäger Z. PhD-hallgató továbbfejlesztette a Nagy Andrea által készített szupernóva-modellező kódot, hogy sztochasztikus mintavételezési módszerrel megtalálja az adott fénygörbéhez legjobb illeszkedéseket, és valószínűségi becsléseket adjon a robbanó objektum fizikai paramétereire. Előzetes eredményeiről a Romániai Akadémiai Napok, valamint a KOLOS 2017-ben és 2018-ban megrendezett konferenciáin számolt be.

Földünk „közeli világűr” tartományában (30–100 km) megfigyelhető jelenségek vizsgálatára irányuló multidiszciplináris kutatásaink két téma köré csoportosulnak:

#### 1.) Léggöri elektro-optikai jelenségek észlelése.

A tudományterület egyik vezető folyóiratában megjelent tudományos közleményünkben (Bór, J., Zelkó, Z., Hegedűs, T., Jäger, Z., Mlynarczyk, J., Popek, M., Betz, H. D.: 2018, On the series of +CG lightning strokes in dancing sprite events, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 123, pp. 11030-11047) megmutattuk, hogy a zivatarfelhők rétegfelhős tartományában több száz km hosszú, óriás, összefüggő villámkisülések alakulhatnak ki, amelyek átjárják a zivatarfelhő rétegfelhős tartományát és közben több szakaszban összesen többször száz Coulomb töltést szállíthatnak a felhőzet és a földfelszín között. Az eredeti sejtést ún. „táncoló” vörös lidércek és az ezeket kiváltó villámok sorozatának elemzésével sikerült alátámasztani nemzetközi együttmű-



kódásban. Saját optikai észleléseinket a Cseh Köztársaságból származó közvetlen megfigyelésekkel, Lengyelországban rögzített extrém alacsony frekvenciás (ELF) elektromágneses adatokkal, valamint európai léptékű villámdetektor-hálózat adataival együttesen értékeltük ki.

2018-ban májustól októberig Bajáról 144 elektromos eredetű felsőlégköri fényjelenséget rögzítettek a kamerák Közép- és Dél-Európa különböző területei fölött. A megfigyelések előfeldolgozásából kapott eredményeket (időpont, típus, becsült megjelenési hely) rendszeresen beküldtük az EuroSprite adatbázisba, valamint az Atmosphere-Space Interactions Monitor (ASIM, <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/i/iss-asim>) Nemzetközi Űrállomáson való elhelyezése után feltöltöttük az ASIM adatközpontba (<https://asdc.space.dtu.dk>) is. Az ASIM feladata a légkör különböző tartományai közötti elektrodinamikai csatolási folyamatok tanulmányozása intenzív és gyors töltésátrendeződési folyamatok légköri hatásainak vizsgálatán keresztül. A világűrbeli észleléseket ideálisan földi megfigyelésekkel célszerű kiegészíteni. Ezt célozza a nemzetközi megfigyelési kampány, amelynek a bajai obszervatóriumban folyó észlelések is részét képezik. 2018-ban nem sikerült egyidejű felszíni és űrbeli észlelést regisztrálni, azonban a kampány az ASIM működési ideje alatt az elkövetkezendő években folyamatosan fut.

- 2.) A meteorjelenségek modellezése és konkrét események tanulmányozása. A téma kutatása három terület köré összpontosul: a ritkán jelentkező bolidák fénylő pályaszakaszának túlszordulásmentes észlelését biztosító gyors (és kevésbé érzékeny) kamerák fejlesztése, telepítése és működtetése; másrészt saját szoftvereink állandó fejlesztése, amelyekkel a leendő, új események meteorhullási szórásmezőit tudjuk meghatározni, és rövid időn belül helyszíni kereséssel is tudunk majd próbálkozni, illetve a korábbi hullások adatsorainak újbóli kiértékelése alapján történő ismételt terepi keresés is ide sorolandó; végül pedig magaslégköri ballonokkal a sztratoszférában lebegő, lassan ülepedő meteoritikus por detektálása, jellemzőinek megállapítása. A beszámolási időszakban a második témában történő előrehaladásunkról tudtunk két jelentősebb konferencián poszter formájában beszámolni.

2018-ban 4 ballonindítás történt: február 9-én, június 20-án, július 25-én és szeptember 28-án. A június 20-i repülés során rekordmagasságot értünk el: meghaladtuk a 35 km-es szintet. Első pordetektálási

(és koncentrációmeghatározási) kísérletünk a szeptember 28-i „Strato-Lab-10” repülés során történt. Sajnos az alkalmazott PMS7003 típusú szenzorról bebizonyosodott, hogy 2000 m fölött használhatatlan – így csoportunknak vagy saját műszerfejlesztésbe kell fogni, vagy a világpiacon esetleg létező komolyabb szenzort kell beszereznünk.

Említésre méltó multidiszciplináris eredményre jutottunk az Interreg HUSRB/1602/31/0197 sz. pályázati együttműködés keretében, az Újvidéki Egyetem fizikusaival: két ballonos repülés során is egybehangzóan ki tudtunk mutatni az általunk mért sugárzási szintben egy nem várt anomáliát kb. 5-6000 m magasságban. A ballonjainkon szállított ultravékony csillámpala ablakos detektor elsősorban alacsony energiájú (~10 keV) fotonokra és (~50 keV) elektronokra volt érzékeny. A tapasztalt anomális sugárzásiszint-emelkedés nem teljesen példa nélküli: japán kutatók hasonló ballonos technikával 2011-ben 10 km körül tapasztaltak hasonló anomáliát – az ő detektoruk ~250 keV energiájú sugárzásra volt érzékeny – de akkor azt gondolták, hogy ezt csak az akkoriban történt fukusimai atomerőmű-katasztrófa miatt a légkörbe került radioaktív por okozhatta. Eredményünk tükrében viszont valami sokkal általánosabb jelenséget lehet sejteni, ennek jelentősége igen nagy is lehet. Minderről a szerb kutatókkal közös cikket küldtünk be a Nature folyóiratnak.

## Pályázatok, díjak

A kutatásaink végzéséhez kapcsolódó kiadásokat (bérek, szakmai utak, eszközbeszerzések) különféle pályázatok segítségével tudjuk fedezni: GINOP 2.3.2-15-2016-00033 („Tranziens asztrofizikai objektumok”, témavezető: Vinkó J., 2017–2020, 687 M Ft), NKFIH-OTKA: K113117 („Többszörös csillag- és bolygórendszerek űrfotometrián alapuló komplex vizsgálata”, témavezető: Borkovits T., 2015–2018, 32 M Ft), KH130372 („Különleges fedési változócsillagok keresése és vizsgálata a TESS űrtávcső mérési adatai alapján”, témavezető: Borkovits T., 2018–2020, 19 M Ft), PD112325 („Rejtélyes csillagrobbanások: a szupernóvák homogenitása és változatossága”, témavezető: Szalai T., 2015–2018, 20 M Ft), K123996 („Gravitációs hullámok és forrásaik az általánosított gravitációelméletek erős tér tartományáiban”, témavezető: Gergely Á. L., 2017–2021, 30 M Ft).

Gergely Á. L. a romániai Ad Astra alapítvány díját nyerte el Föld és Űrtudományokban, Kun E. Junior Prima Díjat nyert, Gergely C. az MTA Szegedi Akadémiai Bizottság és a Tudomány Támogatásáért a Dél-Alföldön Alapítvány tudományos I. díját és az SZTE Talent Ösztöndíj Bronz fokozatát nyerte.

A 2017/18-as tanévre több hallgatónk (Gergely C., Racskó B.) és munkatársunk (Barna B., – predoktori kategória, Keresztes Z., Szalai T. – posztdoktori kategória) is elnyerte az Új Nemzeti Kiválósági Program támogatását, a 2018/19-es tanévre pedig Bókon A. PhD-hallgatónk és Mitnyan T. (predoktori kategória).

Barna B. a Campus Mundi program támogatásával, 2017 novembere és 2018 novembere között az Európai Déli Observatórium (ESO) Student Fellowship program keretében az ESO garchingi kutatóközpontjában dolgozott.

Borkovits T. 2018 augusztusában vendégkutatóként két hetet az MIT-n (Cambridge, USA) töltött, ahol a Kepler-űrtávcső által megfigyelt változócsillagok vizsgálatával foglalkozott.

Hegedüs vezetésével 2018. március 1-től kétéves futamidővel egy Interreg-IPA pályázat végrehajtása folyik (500 000 EUR), amely vezető kedvezményezettje a Bajai Observatórium Alapítvány, míg szerb partnere az Újvidéki Egyetem Természettudományos Kara. Habár a pályázat elsősorban disszeminációs és turisztikai célú, de természetesen számos ponton tudományos érdekeinket szolgálja: többek között a bajai helyszínnű csillagászati kutatások hosszú távú fenntarthatóságát célzó fényszennyezés-védelmet, valamint a pályázat célkitűzései közé tartozik a sötétégbolt-parki felterjesztésre váró illancsi térségben építendő kis csillagvizsgáló torony, amely megvalósulása után az intézet BART-1 robottávcsövénél fog otthont adni. Másik két sarokköve a magyar oldali fejlesztéseknek a Tóth Kálmán utcai régi csillagvizsgáló épület korszerű kisplanetáriummá alakítása, valamint egy méretarányos „Naprendszer bicikliút” létrehozása.

Gergely Á. L. és Gergely C. meghívott előadással, illetve poszterrel részt vettek a brüsszeli Solvay SUGAR18 konferencián, a lengyelországi Szczecini Egyetem Kozmológiai Csoportjában meghívott előadásokat tartottak és a kanadai University of Calgary-n tanulmányúton vettek részt. Gergely Á. L., Keresztes Z., Kun E. és Gergely C. részt vettek és előadásokat tartottak a Rómában megrendezett 15. Marcel Grossmann konferencián. Gergely Á. L. és Keresztes Z. részt vettek, Racskó B. és Gergely C. előadásokat is tartottak a spanyolországi Valenciában megrendezett CANTATA és Future of Gravitational Alternatives (FUGA) konferenciákon.

Gergely Á. L., Kun E., Racskó B. és Gergely C. részt vettek a Mátraházán szervezett Asztrorészecskefizika ELFT iskolán, ahol Gergely Á. L. és Kun E. előadásokat is tartottak. A gravitációelméleti csoport tagjai az MTA Wigner KK RMKI Gravitációfizikai Kutatócsoporttal közösen az SZTE-n kollaborációs mini-workshopot szerveztek.

## Oktatás, ismeretterjesztés

A 3 éves fizika alapszakon (BSc) belül a csillagász specializáción tanítunk csillagászatot. A 2 éves csillagász mesterszak (MSc) mellett a fizikus mesterszakon belül a csillagászat és az asztrofizika modulban is számos tantárgyat oktatunk. A fizikatanároknak a „Csillagászati megfigyelések”, a „Fizika a társudományokban” és a „Válogatott fejezetek a modern fizikából 1.” kurzusokon is tanítunk csillagászatot. A bajai kutatók az SZTE csillagászképzésében égi mechanika, kettőscsillagok és műszertechnika tárgyak oktatásával, nyári gyakorlatok és szakdolgozatok témavezetésével vesznek részt, valamint az ELTE Csillagászati Tanszékén is tartanak MSc-PhD-s szabadon választható kurzust a hierarchikus többes csillagrendszerek témakörében, illetve SZTE-s és ELTE-s PhD-hallgatók témavezetését is ellátják.

2018-ban az SZTE-n 4 BSc szakdolgozat és 2 MSc diplomamunka született csillagászati és gravitációelméleti témakörökben. Papp Sándor és Racskó Bence felvételt nyertek a Fizika Doktori Iskolába. A kari TDK konferencián 5 hallgatónk vett részt, mindannyian továbbjutottak a 2019. tavaszi országos konferenciára.

A bajai és a szegedi csillagászok (az MCSE-vel és az ELTE GAO-val közösen) immár tizedik alkalommal együtt rendeztek középiskolások számára országos csillagászati diákvetélkedőt, amely 2011 óta egyben a Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia (IOAA) magyar csapatának válogatója is. Baján 2018 során a középiskolai tanév ideje alatt kéthetenként regionális olimpiai szakkör zajlott, amelyre helybelieken kívül más településekről is jártak diákok (elsősorban Mohács, Szekszárd és Bácsalmás), továbbá hagyományosan tavasszal és ősszel 1-1 teljes hétvégén vendégül láttuk a tárgyévi magyar diák-válogatott keretet intenzív felkészítés céljából. Szegeden a Fizika Diákolimpiai Szakkör keretén belül tartunk évente 1-2 csillagászati témájú foglalkozást. A szegedi és bajai szakemberek közösen rendezték meg (a Zánkai Erzsébet-tábor-

ban) 2018. szeptemberben 7 ország diákolimpiai csapatának részvételével az az évi nemzetközi diákolimpiára történő „éles” tréninget IWAA2018 néven. Ez egyben egy „miniolimpiai” előtanulmány is volt a következő évi „nagy” olimpia megrendezéséhez. A 2019. évi IOAA magyarországi megrendezésének koordinálását az 1847/2017. (XI.29.) kormányhatározattal a Szegedi Tudományegyetem, csillagászati munkaközösségünk kapta. Ennek keretében a szegedi és bajai kollektíva valamennyi hazai, a csillagászat terén működő intézmény és szakmai csoport, valamint néhány civil szervezet bevonásával folytatta az előző évben már elkezdett előkészítő munkát.

Innovációs erőfeszítéseink említésre méltó eredménye a Baján 2018 végére kifejlesztett (Jäger, Hegedüs, Markó) Arduino-alapú, távvezérelhető, időjárásálló all-sky kamera ház, amelynek első 6 darabját 2019 elején adtuk át az ország teljes fényszennyezési térképének elkészítését célzó kutatócsoportnak.



A Szegedi Csillagvizsgáló honlapján (<http://astro.u-szeged.hu>), a Bajai Observatórium honlapján (<http://www.bajaobs.hu>), illetve a közösségi médiában (<https://www.facebook.com/csillagvizsgaloszeged>, <https://www.facebook.com/CsillagvizsgaloBaja>) bemutatóhelyeink programjai és hírei elérhetők.

A nyitvatartásaink során Szegeden 2018-ban kb. 3000, Baján 400 látogatónk volt. A helyi, az országos, ill. nemzetközi koordinálású rendezvényeken (fizika napja, csillagászat napja, fizikus teaház, múzeumok éjszakája, kutatók éjszakája) normál bemutatásaink látogatottságait messze meghaladó számban nézhettek az érdeklődők az égre távcsöveinkkel, ill. nézhettek planetáriumi műsorokat Baján is és Szegeden is.

A szerzők köszönetüket fejezik ki az alábbi kollégáiknak a beszámoló szövegéhez való hozzájárulásukért: Bíró Imre Barna, Borkovits Tamás, Gergely Árpád László, Mitnyan Tibor, Szalai Tamás, Székely Péter, Vinkó József.

**SZABÓ M. GYULA**

## **ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium és MKK működése 2018-ban**

### **Áttekintés**

Az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatóriumban 2018-ban folytattuk a megfigyelési asztrofizikai kutatásokat. A csillagászati kutatásainkat klasszikus és gyors képalkotó megfigyelési módszerekkel, űrtávcsöves megfigyelések alapján, a csillagászati fotometria és a csillagászati spektroszkópia eszközeivel végeztük.

Saját műszereinkkel és vendégkutatóként számos alkalommal végeztünk gyors reagálású utánkövetéses (follow-up) spektroszkópai és képalkotó megfigyeléseket, amelyek segítségével nagytávcsöves és űrtávcsöves adatok váltak értelmezhetővé.

A sztéllárasztrofizika a Galaxis morfológiai tanulmányozásáig vezet. Mészáros Szabolcs kutatócsoportja (Apogee Scientist, Prémium ösztöndíj, OTKA pályázat támogatásával) a Galaxis alrendszeinek, elsősorban gömbhalmazainak morfológiáját kutatja kémiai alstruktúrák azonosításával. A munkának köszönhetően részt vesz a PLATO 2.0 űrtávcső előkészítésében is mint tudományos csoportvezető. 2018-tól Mészáros Szabolcs és Szabó M. Gyula csatlakozott a Mauna Kea Spectroscopic Survey (MSE) spektroszkópai égboltfelméréshez is. Derekas Aliz (ÚNKP, Bolyai-ösztöndíjas) a Kepler/K2 űrtávcső adatainak színképi utánkövetéséhez hazai és külföldi műszereket használ, asztroszeizmológiai és sztéllárdinamikai vizsgálatokkal tanulmányozza a csillagok belső szerkezetét, és határozza meg nagy pontossággal a fundamentális paramétereket (méret, hőmérséklet, tömeg stb).

Szabó M. Gyula tagja az ELTE–MTA Naprendszerkutató csoportnak (OTKA pályázatokkal támogatva). A csoport a Naprendszer égitestjeit tanulmányozza űrtávcsövekkel (Kepler/K2, Hubble, Herschel, HST) és földi utánkövetéssel. Szabó M. Gyula az exobolygókutató csoportot is szervezi, amelyben magyar, svájci (Bern) és francia (IPGP, Párizsi Observatórium) kollégákkal együttműködve a közeljövő európai exobolygókutató űrtávcsöveit fogják használni. A CHEOPS küldetés a következő 4-5 év legfontosabb euró-

pai exobolygókutató műszere lesz, melyben a Gothard Observatórium Core Science Team tagság szintjén vesz részt. A CHEOPS után következő időszak nagy exobolygós műszereiben (PLATO, ARIEL) pedig munkacsoport-vezetői tisztséget vállaltunk.

Eredményeinket rendszeresen közöljük a nemzetközi szakmai élet vezető lapjaiban, valamint hazai ismeretterjesztő fórumokon is.

A Gothard Tudomány- és Technikatörténeti Állandó Kiállítás Magyarországon egyik legnagyobb homogén tudománytörténeti gyűjteménye. Az exobolygó kutatás eredményeit bemutató nagyszabású kiállításunkat szeptember 29-én, a kutatók éjszakájához kapcsolódva nyitottuk meg a Savaria Múzeum dísztermében. Nyáron a Smidt Múzeumban „Az idő” című kiállítás létrehozásában és megnyitásában működünk közre. A Savaria Múzeum kőtárának előterében továbbra is látogatható a Gothard Jenő fotográfiai örökségét bemutató kiállításunk. Előkészítettük, és 2019. január 31-én megnyitjuk a Mai Manó Ház „XIX. század a XXI. században” c. kiállításának a XIX. századi magyar tudományos fotográfiát bemutató szegmensét, 80 kiállítási tárgyból.

Az intézet infrastruktúrája magas szintű, a munkatársak és a hallgatók feladatainak ellátásához messzemenően alkalmas, helyt ad ezen túl a két kiállítóterünknek és két önálló obszervatóriumi épületben az észlelési munkának is. 2018-ban pedig megkezdődött a B épület teljes felújítása és egy nagy csillagászati távcső befogadására alkalmas platform létesítése.

Az intézet pályázati teljesítménye kiváló, amit folyamatos pályázati sikereink is igazolnak (Apogee Scientist, External Participant, CHEOPS Core Science Team, ARIEL Science Team, két Mauna Kea Spectroscopic Experiment tagság, magyar Prémium, OTKA, Bolyai, ÚNKP pályázatok, GINOP-2.3.2 pályázat és további pályázatok előkészületben).





## Tudományos eredményeink

A Nap szomszédságában lévő új nyílthalmazok és mozgási csoportok keresésébe kezdtünk. Ehhez a Gaia-TGAS katalógusának sajátmozgás- és parallaxisértékeit használtuk fel. Eddig ismeretlen mozgási csoportokat és halmazokat találtunk a Scorpius–Centaurus OB asszociáció Upper Centaurus Lupus (UCL) részében, kb. 175 pc távolságra a Naptól. Ez a csoport 63 együttmozgó csillagot tartalmaz. A halmaztag-jelöltek egy részéről radiálissebesség-méréseket is végeztünk a 2,2 m-es MPG/ESO távcsövével (La Silla), amelyek segítségével 12 tagról egyértelműen megerősítettük a halmaztagságot. (Roeser, S., et al.: A new compact young moving group around V1062 Scorpii, *Astronomy & Astrophysics*, 614, id.A81, 2018; Goldman, B. et al.: What we learn from TGAS about the moving groups of the Solar neighbourhood, *Astrometry and Astrophysics in the Gaia sky*, Proc. International Astronomical Union, IAU Symposium, 330, pp. 214-215, 2018)

A BRITE űrteleszkóp méréseit felhasználva felfedeztünk két nagy tömegű excentrikus rendszert ( $\tau$  Ori,  $\tau$  Lib), amelyek a periasztronátmenet idején szívdobbanás (heartbeat) típusú pulzációt mutatnak. A  $\tau$  Lib kis fedéseket mutat, amelyek hamarosan el fognak tűnni a rendszerben jelentkező apszismozgás miatt. Egyik rendszernél sem találtunk árapály gerjesztette pulzációt. (Pigulski, A., et al.:  $\tau$  Ori and  $\tau$  Lib: Two New Massive Heartbeat Binaries, 3rd BRITE Science Conference, Polish Astronomical Society, Vol. 8. Edited by G. A. Wade, D. Baade, J. A. Guzik, and R. Smolec, 2018)

Mészáros és munkatársai 2015-ben publikálták 10 északi gömbhalmaz kémiai összetételét. Ezeket hasonlítottuk össze azok fotometriai tulajdonságaival. Nem találtunk egyértelmű összefüggést az Al-eloszlás és a HRD-n megfigyelt RGB ágak struktúrája között, ami arra utal, hogy a fotometria bonyolultabb fejlődési történetet sugall, mint azt a kémiai összetételből ki lehet olvasni. Az extrém fémszegény M92-ben felfedeztünk 5 második generációs AGB-csillagot, ezzel végleg megdőlt az az elképzelés, hogy második generációs AGB-csillagok nem fejlődtek ki gömbhalmazokban (Mészáros et al. 2018). Tíz északi gömbhalmaz 2015-ben publikált kémiai összetételét újraanalizáltuk. Mindegyik halmazban kimutattuk a többszörös populációk létét. Az M15-ben és az M92-ben felfedeztünk egy-egy új csillagpopulációt, amelyek magnéziumkoncentrációja extrém alacsony (Masseron et al. 2018).



A gömbhalmazokban felfedezett második generációs csillagok Al- és N-elemgyakorisága jelentősen különbözik az első generációs csillagokétól. Az extra feldúsulás mechanizmusáraadtunk egy lehetséges magyarázatot. Ebben a modellben nagy tömegű AGB-csillagok csillagszele okozza az Al és N feldúsulását a csillagközi felhőben, amelyből a második generációs csillagok keletkeztek (Dell’Agli et al. 2018).

Az NGC 6791 nyílthalmaz 11 vörös óriáscsillagának  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  arányait határoztuk meg. Ezeket az eredményeket felhasználva tudtuk tesztelni a csillagfejlődés ezen szakaszában fellépő extra felkeveredés mechanizmusát. Kimutattuk, hogy az extra felkeveredés jelen van, és az ún. termohalin keveredés modellje írja le a legjobban (Szigeti et al. 2018).

Az APOGEE-ban 2010 óta foglalkoztunk az adatokat feldolgozó szoftver (pipeline) fejlesztésével, a csillagok fizikai paramétereinek és elemgyakoriságának kalibrálásával. Ezek a cikkek az elmúlt 3 évben véghezvitt fejlesztéseket írják le: Jönsson et al. (2018), Holtzman et al. (2018), Abolfathi et al. (2018), Aguado et al. (2018).

A 2012 DR30 jelű, közel 190 km átmérőjű, kentaur típusú égitest napközelpontja a Neptunusz pályáján belül helyezkedik el, a pálya nagy excentricitása miatt viszont a Naprendszer egyik legtávolabbra merészkedő égitestje. Élete jelentős hányadát a Nap által uralt térrészen, a helioszférán kívül tölti. A napközelség idején méréseket végeztünk a 4,1 méteres SOAR távcsővel (infravörös spektrum), illetve az ESO La Silla Observatóriuma és a McDonald Observatórium távcsöveivel gyűjtöttünk fotometriai megfigyeléseket. A 2012 DR30 a külső Naprendszer égitestjeinek vörös és szürke csoportja között helyezkedik el, albedója (fényvisszaverő képessége) 8% körüli. Az égitest mérete 188 km, abszolút fényességében évek alatt kis mértékű ingadozás volt megfigyelhető, amelynek eredete talán a nagyon ritka, átmeneti gázképződéssel és kondenzációval lehet kapcsolatban. A megfigyelt színekép modellezésével jelentős vízjég-tartalom (30%) mellett 60%-ban tholinok jelenlétét sikerült kimutatni, mindössze 10% szilikátos anyag mellett. A megfigyelt kémiai összetétel azért sajátos, mert nem mutatható ki a felszínen amorf szén („korom”). A tholinok ugyanis a gyors napszél és a napsugárzás hatására egyszerűbb anyagok láncolatára bomlanak a távoli Naprendszer égitestjeinek felszínén. Az amorf szén mint a folyamat végállapota a korábban észlelt tholinos felszínű kis égitesteken mindig jelen van. A 2012 DR30 példája az első, ahol nem figyelünk meg jelentős mennyiségű amorf szenet, ami fölveti azt a hipotézist, hogy a helioszférán kívüli „nyugodtabb” fi-

zikai környezet még mindig kedvező a tholinok kialakulására, ugyanakkor már nem vezet amorf szén kialakulásához. Ha ez a fölvetés igaz, a 2012 DR30-hoz hasonló égitestekben jelentős mennyiségű szerves anyagnak kell felhalmozódnia. Ez az anyag a fiatal Naprendszer becsapódási eseményei alatt a Földre is eljuthatott (Szabó et al. 2018).

A Kepler-űrtávcső K2 missziója keretében egy viszonylag nagy méretű és összefüggő égiterületen nagyszámú, nem célzottan észlelt fővi kisbolygóról sikerült adatokat összegyűjtenünk. Ez lehetővé tette, hogy a pontos és folytonos fényességmérések segítségével egyértelmű forgási periódusokat határozzunk meg rájuk. Összesen 608 égitestről nyert fotometria alapján 90 célpontra tudtunk forgási periódust megadni, 86 kisbolygóra elsőként. További 16 célpont esetében részleges ciklusokat és-vagy fedésre utaló jeleket találtunk. Adataink alapján a fővi kisbolygók medián forgási periódusa egyértelműen hosszabb, mint a földi megfigyelések alapján számolt érték, jelezve, hogy utóbbiakban a rövidebb, pl. egyetlen éjszaka alatt kimérhető értékek felülreprezentáltak (Molnár et al. 2018).

Derekas Aliz 2018. júniusban Wrocławban vett részt a „Spectroscopic data analysis with iSpec” nyári iskolán, ennek során a csillagok spektrumainak analízisét, azon belül atmoszférikus paramétereik és kémiai összetételük meghatározását sajátította el az iSpec nevű kód segítségével. Ugyanő 2018. júliusban a Kepler és TESS Asztroszeizmológiai Tudományos Konzorcium éves konferenciáján (Aarhus, Dánia) bemutatta legújabb eredményeinket, amelyek a Kepler-űrtávcső fotometriai adatain, valamint a saját és az APOGEE spektroszkópiai mérésein alapulnak.

Az SDSS kollaboráció minden évben rendez egy konferenciát, amit évente 200-300 SDSS tag látogat. A Szóulban tartott 2018. júliusi konferencián két előadást tartott Mészáros Szabolcs, és Kovács József volt az ELTE (és a magyar) delegáció másik tagja.

Mészáros Szabolcs 2018. novemberben Heidelbergben (Németország) a „Chemical Evolution and Nucleosynthesis Across the Galaxy” című konferencián tartott előadást a gömbhalmazokban megfigyelt többszörös csillagpopulációkról és az APOGEE égboltfelmérő programban elért gömbhalmazokhoz köthető tudományos eredményeiről.

Szabó M. Gyula folyamatosan részt vett a CHEOPS Science Team találkozókon: 2018-ban 3 alkalommal (Párizs, Genf, Noordwijk). Ugyancsak részt vett az Ariel Science Team találkozóin (Budapest, Leuven, Dublin) és a PLATO Science Team találkozóin (Cambridge). A munkatalálkozók célja a közeljő-

vő európai űrtávcsöveinek előkészítése, tudományos tervezése és projektjeinek szervezése. A BigSkyEarth Cost Action Management Team tagjaként 2018. februárban Újvidéken vett részt a COST Action konferencia szervezésében, szervezőként és előadással is.

Szigeti László több spektroszkópai workshopon vett részt, előadóként is: Spectroscopic data analysis with iSpec workshop, Wrocław, Lengyelország, 2018. június., A revolution in stellar physics with Gaia and large surveys workshop, Varsó, Lengyelország; 2018. szept., Modern tudományos programozás előadás-sorozat – Wigner GPU labor, KFKI.

## Fejlődő együttműködések európai nagyprojektekben

Lezárult a CHEOPS (Characterizing Exoplanet Satellite) űrtávcső előkészítési szakasza, és a műszer repülésre kész. 2018. szeptember végén a tudományos résztvevők és mérnökök számára kiállították a kész űrtávcsövet az európai űrtudományi bázison (ESA ESTEC), majd Noordwijkből Madridba szállították, ahol az Airbus átvette a kész eszközt a pályára állítást előkészítendő. Együttműködésünkkel készültek az űreszköz algoritmusai. A 2019-es felbocsátást követő legalább 4 évben (tervezett működési idő) ez az űrtávcső lesz az európai exobolygó kutatás legfontosabb műszere.

Továbbra is részt veszünk az ESA PLATO 2.0 űrtávcsövének fejlesztésében: ez a műszer a 2020-as évek végétől nagy teljesítményű kamerarendszerrel fog égboltfelmérést végezni. Tudományos programjának középpontjában az exobolygó kutatás áll, amelyben mi is részt veszünk.

2018-ban sikerült meglévő európai együttműködéseinket további két induló projektben való részvétellel bővíteni.

Az európai és amerikai részvétellel induló Mauna Kea Spectroscopic Explorer (MSE) program a 2020-as évek közepétől induló spektroszkópai égboltfelmé-



rés, amely az eddigi előzményprogramokhoz képest tízszer nagyobb mintán, kétszer-háromszor jobb felbontással, legalább tízszer jobb jel-zaj viszonytal fog színképi méréseket végezni több százezer csillagról. A tudományos program definiálása és az ehhez kapcsolódó műszerek és szoftverek kialakítása a jelen feladata. Ebben a munkában az európai csoport tagjaként, az exobolygók megfigyelése oldaláról, a projektvezetők felkérésére kapcsolódtunk be. Részt veszünk továbbá ugyanennek az égboltfelmérésnek a galaktikus archeológiát vizsgáló csoportjában is, ahol a gömbhalmazok kémiai alprogramjának elvégzését vállaltuk.

Az európai exobolygó kutatás legújabb megvalósítás alatt álló műszere, az ARIEL űrtávcső a 2020-as évek végén indul, és optikai és infravörös színképeket fog rögzíteni mintegy 1000 exobolygó légköréről. Méri a bolygóról visszavert fényt (a bolygó csillag mögé belépve eltűnik, az ez előtt és után készült képek különbsége a visszavert fény színképe), és a bolygólégkörön átmenő fényt is (a bolygó csillagkorong elé lépése előtti és utáni képek különbsége adja az áteresztési spektrumot). Ezzel a műszerrel először válik lehetővé az óriásbolygók és a Földhöz hasonló, akár élhető körülményeket biztosító exobolygók légkörének, talajszintjének anyagi, kémiai vizsgálata, az esetleges élettérképi körülmények közvetlen igazolása vagy cáfolata.

Az ARIEL űrtávcső műszerei megfigyelési módszer szerint két csoportra oszthatók, a fentebb ismertetett spektroszkópiai méréseken kívül az ARIEL abban is úttörő, hogy több színcsatornán, gyors képfrekvenciával készít fényességmérést is. A gyors képalkotás miatt először válik megfigyelhetővé más bolygók légkörében a villámlás, a sarki fény, vagy nagy becsapódások felvillanásai. Ez a műszer önmagában akkora megfigyelési anyagot fog előállítani, mint a spektrográfok, így ennek a csoportnak a vezetése az Európai Űrügynökség új generációs exobolygó kutató távcsövének egyik legfontosabb posztja. A gyorsfotometriai csoportot két kutató vezeti együtt: David Waltham, a Londoni Egyetemről, és Szabó M. Gyula, a Gothard Asztrofizikai Observatórium igazgatója Szombathelyről.

## Oktatás, tehetséggondozás és tudomány-népszerűsítés

2018-ban 10 kurzust tartottunk az ELTE szombathelyi képzéseibe kapcsolódva. Egy doktori témavezetést, egy PhD-konzultációt láttunk el, és négy hallgatót fogadtunk szakmai gyakorlaton. Doktori eljárásokban a részvételünk folya-

matos. Elláttunk két PhD bírálati feladatot (Mészáros, Szabó), két nagydoktori bírálatot (Jankovics, Szabó), bizottsági tagként vettünk részt két PhD-védésen (Derekas, Szabó). Folyamatosan részt veszünk hazai kutatási pályázatok bírálatában és zsűrizésében.

Az Observatórium részt vesz a magyar tudományos közéletben, társulati tagságokkal, kiadványokkal (szerzői könyvek, fordítások, cikkek), rendezvényekkel. Részt vettünk a Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia felkészülési folyamatában (szakkör, válogatóverseny, döntő, nyári tábor). A 13. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia (Magyarország, 2019) – „Academic Committee” (a feladatokat összeállító versenybizottság) tagja Kovács József. A 3rd IWAA (International Workshop on Astronomy and Astrophysics) alkotótábor (Zánka) vezetője Kovács József volt. A hét ország 35 versenyzőjével és csapatvezetőivel megrendezett tábor az olimpiai felkészülést szolgálta. Felső és középiskolás szakkörünk heti rendszerességgel zajlott. Részt vettünk a Szombathelyi Gothard Csillagászati Vetélkedő szervezésében és lebonyolításában, az általános iskolások számára.



Kihelyezett előadásaink töretlenül népszerűek. Kovács József: „Valódi tudomány a CSILLAGOK KÖZÖTT” – 4 alkalommal tartott előadást Budapesten, kb. 1200 néző előtt összesen. A „Valódi tudomány a vörös bolygón” című előadását kb. 200 néző látogatta. Mészáros Szabolcs: A kutatók éjszakáján tartott előadást a GAO-ban. Szabó M. Gyula az Astro – Planetária megnyitását és tárlatvezetésén túl két előadást tartott a Savaria Múzeumban.

Bemutatásainkat óriási érdeklődés kísérte. A csillagászat napján tartott rendezvényünkön 200, a múzeumok éjszakája alkalmából 800, a holdfogyatkozás alatt és a kutatók éjszakáján 500 látogatót fogadtunk. A havi rendszerességgű bemutatásainkon, az időjárástól függően 50-100 látogató vett részt.





## MEGEMLÉKEZÉSEK



## Barlai Katalin (1932–2019) emléke



Szomorúan értesültünk a gyász hírről: kollégánk, Barlai Katalin váratlanul, rövid betegség után, 2019. március 12-én, életének 87. évében békességben elhunyt.

Egyetemistaként találkoztam vele először 1961-ben, közvetlenül akkor, amikor tudományos munkatársként az MTA Csillagvizsgáló Intézetéhez került.

Érettségit az Erzsébet Nőiskolában szerzett 1950-ben, ezt követően az ELTE fizikus szakán szerzett diplomát 1956-ban. Mivel fizikusként nem kapott állást, 1956–1958 között három évig a Művelt Nép Könyvkiadónál dolgozott lektorként. Ezt követően a KFKI munkatársa lett, ahol az 1959–1961 időszakban három évet töltött el. 1961-ben, Detre László igazgató meghívására, az MTA Csillagvizsgáló Intézetéhez került, amelynek 1997-ig, nyugdíjazásáig volt munkatársa.

Az intézetbe lépésekor az RR Lyrae változócsillagok periódusváltozásának átfogó vizsgálatába kapcsolódott be. A kutatási témát Detre László az 1930-as évek elején indította, és a 60-as évek elejére ezen a területen az intézet már nemzetközi hírnévű kutatóműhelynek számított.

A kutatásnak az adott külön jelentőséget, hogy a szabályos fényváltozást mutató csillagoknál a fénygörbe periódusa szoros kapcsolatban van a csillag belső szerkezetével, annak esetleges megváltozása a periódusváltozások megfigyelésével kimutatható. Amennyiben a periódusváltozás a csillag evolúciója során fellépő belső szerkezeti változás eredménye, akkor az azonos korú csillagoknál hasonlóan kell jelentkeznie. Detre felismerte, hogy erre a gömbhalmazokban levő, feltehetően azonos korú változócsillagok szimultán vizsgálatával lehetőség nyílik.

Barlai Katalin ebbe a munkába kapcsolódott be, és az M15 gömbhalmaz RR Lyrae változóinak vizsgálatát kapta feladatul. A munkát több évtizeden át folytatta, majd hosszú észlelési anyagának feldolgozása után végül arra jutott, hogy a fénygörbék periódusváltozásai nem magyarázhatók meg pusztán az egyes csillagok fejlődésével.

A 90-es évektől kezdve fokozatosan a régi korok csillagászati emlékeinek feltárásával, az archaeoasztrológiával kezdett foglalkozni. A csillagászati ismeretek mindig fontos szerepet játszottak a régi idők kultúrájában. Az a kérdés foglalkoztatta, hogy ezek az ismeretek hogyan jelentek meg az elmúlt idők hitvilágában. Ilyen kérdéskör volt például a szakrális helyek (pl. templomok, temetői sírok) csillagászati tájolásának a problémája, és ezek jelentősége a korabeli hitvilágban. Mindkét témájában számos nemzetközi konferencián vett részt, és külföldi szakmai kapcsolatokat ápol.

1995-ben elnyerte a fizikai tudományok kandidátusa címet. Nyugdíjazása után az ELTE Csillagászati Tanszékén óraadóként, illetve témavezetőként részt vett az oktatómunkában.

Fontosnak tartotta, hogy a csillagászat és asztrofizika legfontosabb eredményei magyar nyelven is hitelesen hozzáférhetőek legyenek. Ezért szerkesztőbizottsági tagságot vállalt a Fizikai Szemle szakfolyóiratnál. Néhány éven át az akkor még a Gondolat Könyvkiadónál megjelent Csillagászati évkönyvet is ő szerkesztette.

Különös érzékenységgel rendelkezett a bajba jutott emberek problémái iránt. A hozzá fordulóknak mindig segítőtársra találtak benne. A komoly problémák őt sem kerültk el, de rákbetegségével sikerrel megküzdött. Ezt követően a Rák-betegek Országos Szövetségének vezetőségi tagja volt.

Fiatalkorom meghatározó olvasmánya volt a 4–5. század fordulóján élt Augustinus egyházatyja (Szent Ágoston) „Vallomások” című műve. Ebben a munkájában Augustinus hosszasan elmélkedik az időről. Milyen módon lesz jelen a jövő (ami még nem létezik), és hogyan tűnik el az egyedül létező jelenen keresztül a múltba (ami már nem létezik). Hangsúlyozza, hogy a múlt teljesen eltűnne, ha nem emlékeznénk rá. Az emlékezés őrzi a múltat. Így, akik elmentek, köztünk maradnak mindaddig, amíg emlékezünk rájuk.

Thorton Wilder „Szent Lajos Király hídjá” című kisregényének főhőse felismeri, hogy akik testileg eltávoztak közülünk, az irántuk érzett szeretetben velünk maradnak. Úgy látja, hogy van a holtak országa és az élők országa, és a kettő között a híd a szeretet, az élet egyetlen értelme.

Ilyen módon Kati ugyan testileg eltávozott közülünk, de az iránta érzett szeretetben lélekben köztünk marad.

*Balázs Lajos búcsúbeszédének szerkesztett változata*

## Lovas Miklós (1931–2019)



Április 18-án, életének 88. évében elhunyt Lovas Miklós, a magyarországi csillagászat legsikeresebb felfedezője, aki 42 szupernóva, öt üstökös és egy nevezetes földközeli kisbolygó felfedezésével írta be magát a csillagászat történetébe.

Az eget fürkésző, felfedezésekre vágyó amatőr és hivatásos csillagászok négy klasszikus égitesttípus után kutatnak: távoli galaxisokban felvillanó szupernóvák, a Tejúton megjelenő nóvák (bár ma már extragalaktikus nóvák felfedezése is rutinfeladat, a saját galaxisunkban felrobbanó vendégcsillag az igazi fogás), a Nap-

rendszer törmelékét alkotó kisbolygók és a legnagyobb dicsőséget jelentő üstökösök. Ezek nyomában járt Lovas Miklós is, aki 1951-ben került az MTA Csillagvizsgáló Intézetébe mint az Uránia Bemutató Csillagvizsgálóból feljáró lelkes amatőr csillagász. Detre László akkori igazgatónak szüksége volt „kérlelhetetlen” észlelőkre, akik a háború után éledező csillagvizsgáló távcsöveivel minden derült éjjel fotózták az égboltot. Miközben a könyvtárban térképet másoló amatőr csillagászok átadták magukat a hely szellemének, az igazgató elbeszélgetett velük. Mint utólag kiderült, ez nem volt más, mint egy vizsga, hogy kit vegyen fel észlelőnek a csillagvizsgálóba. Végül egyedül Lovas Miklósnak tett állásajánlatot.

A Szabadság-hegyi Csillagvizsgáló korosodó műszerei nem voltak ideális felfedező távcsövek, de az újonnan alapított Pizskéstetői Observatóriumban 1962-ben felállított 60/90 cm-es Schmidt-távcső 5 fok átmérőjű látómezejével és 18-19 magnitúdós határfényességével tökéletes fegyvernek bizonyult a megszállott észlelő kezében. A család visszaemlékezései szerint Detre László nagyon kedvelte a jó humorral megáldott Lovas Miklóst, nemcsak észlelőképessége, hanem szórakoztató stílusa miatt is, és szinte családtagnak számított náluk. Az első időkben megpróbálkoztak azzal is, hogy a fiatal észlelő esti egyetemre járva a fizika és a csillagászat elméletéről is képesítést szerezzen. Derült estéken sokszor az intézeti autót is elküldte az egyetemre az igazgató, hogy főészlelője minél előbb felérjen a Szabadság-hegyre. Az egyetemi tanulmányok

azonban így is megszakadtak. Tudsz te már eleget – zárta le a kérdést a stílusos kijelentéseiről is híres akadémikus.

A mátrai kutatások beindulását több dolog is hátráltatta. Az észlelőnaplók tanúsága szerint az első hivatalos felvételt 1962. június 15-én készítették, de megfelelő érzékenységgű fotólemezek beszerzése a szocialista hiánygazdálkodás közepette csak 1963 végére sikerült. A nagy határfényességgű távcsőhöz nem állt rendelkezésre megfelelő összehasonlító térkép sem, ezt is nyugatról kellett rendelni, de a valutakeret csak a Palomar Sky Survey egy sorozatának megvásárlására volt elég. Ezt pedig a budapesti telephelyen tartották, így az első időkben a felfedezéseket rádiótelefonon egyeztették, aminek használatához akkoriban külön engedély kellett. Nem volt egyszerű a felfedezésekkel kapcsolatos információk eljuttatása a Csillagászati Táviratok Központjába sem, mert a telexüzeneteket kódolni kellett. Az imperialistáknak küldött kódolt üzenetek pedig még az enyhülő 60-as években is hamar felkeltették a Belügyminisztérium embereinek figyelmét.

A klasszikus változócsillagok, flercsillagok, nyílt- és gömbhalmazbeli változók megfigyelése mellett az akkoriban még sokkal kevésbé ismert szupernóvák keresése vált a műszer fő profiljává, amely programot Lovas Miklós vitte. A távcső hatékonyságát – és persze a szerencse elengedhetetlen szerepét – jól mutatja, hogy szinte az első keresőfelvételek egyikén sikerült megtennie az első felfedezést: az Ursa Maior egyik halványabb galaxisában feltűnt egy 13 magnitúdós szupernóva. Az 1964. március 12-én éjszaka készült 30 perces lemezen a másnap reggeli átvizsgálás során sikerült észrevenni az UGC 6983 jelű, halvány galaxis peremén feltűnt új csillagot. A Nagy Göncöl vidéke később is kedvenc területe maradt Lovas Miklósnak. „Az UMában szép kövérek a szupernóvák” – emlegette gyakorta. A 70 millió fényév távolságban levő SN 1964E-ről az objektívprizma segítségével színekpfelvételeket is sikerült készíteni, ez alapján egy I-es típusú robbanás lehetett, de ennél pontosabb klasszifikációra nem volt mód.

Az első felfedezés nagy szenzáció lett, négy nappal később az MTI fotósa már a friss felfedezőt instruálta a kupolában, különböző „élethű” helyzetekben. Nem titkoltan részben ez is volt a szándék a szupernóva-keresés beindításánál. A nagyközönség számára kevésbé izgalmas témák mellett kellett valami, amivel „el lehet adni” a csillagászatot és a rá költött pénzt. A következő szupernóvára egy évet sem kellett várni, az ezt követő két évtizedben pedig alig múlt el úgy esztendő, hogy legalább egy szupernóva ne akadt volna Lovas Miklós hálójá-

ba, de 1976-ban például hetet is talált. Mivel az előzetes kalkulációk alapján csak kétfévente vártak egy-egy felfedezést, a program igen sikeresnek bizonyult, amit az intézet vezetése is bőkezűen honorált. Minden egyes felfedezés után 2000 forint ütötte a felfedező markát, ami akkoriban egyhavi fizetésnek megfelelő összeg volt. Lovas Miklós annyira biztos volt a dolgában, hogy a Magyar Nemzet 1965. januári számában ezer forintot ajánlott fel annak a csillagásznak, aki olyan szupernóvát fedez fel az általa fotózott területen, amelyet ő nem vett észre. Hogy Renata Mnacakanjan végül megkapta-e a nevezett összeget, nem tudjuk. Történt ugyanis, hogy 1968 áprilisában Lovas Miklós egy új szupernóvát fedezett fel a Virgo területéről készült egyik lemezen, ám annyira megörült a jövevénynek, hogy nem vizsgálta tovább a felvételt. Csakhogy a lemezen volt egy másik szupernóva is, amit csak öt évvel később vett észre a vendégkutatóként nálunk dolgozó örmény csillagász. Ez volt az egyik első eset, hogy egy fotólemezen két új szupernóva is mutatkozott.

A legnagyobb visszhangot kiváltó felfedezése az M101-ben 1970 nyarán megtalált SN 1970G volt. A júliusban igen kedvezőtlen helyzetben, alsó delelésben látszó galaxist a Schmidt-távcső villás szerelésének köszönhetően lehetett elérni, ahol a nehéz észlelhetőség miatt egy addig észrevétlen, 11 magnitúdóra fényesedett szupernóva fogadta. Ez volt az első igazán fényes, közeli galaxisban megjelenő II-es típusú szupernóva, amelynek fejlődését részletes, jó felbontású spektrumokkal sikerült dokumentálni, a robbanás maradványa pedig ma is jól észlelhető optikai, röntgen- és rádiótartományban is.

Három évtizednyi munka után, egy 1995-ös utolsó felfedezéssel együtt 42 szupernóva megtalálása köthető Lovas Miklós nevéhez, miközben egy további lehetséges robbanó napot is azonosított egy 1955-ben, a Palomar-hegyen készült fotólemezen. Figyelembe véve, hogy a nyolcvanas évek közepén nagyjából hatszáz szupernóva volt ismeretes a csillagászok előtt, ennek nem elhanyagolható része kötődött Pizskéstetőhöz és Lovas Miklóshoz (öt további eseményt más, ott dolgozó magyar csillagászok fedeztek fel).

Az igazán nagy hírnevet és dicsőséget azonban nem ezek a több százmillió fényévre történő robbanások hozták meg számára, hanem az üstökösök, amelyek az egyetlen olyan égi objektumok, amelyek a felfedezőjükről kapják nevüket. Az első Lovas-üstökösért keményen meg kellett dolgozni, de végül 1974 és 1986 között ötször is átélhette ezt az élményt, ráadásul három üstököse is a Jupiteren túl mutatkozott, ami akkoriban szakmai körökben is nagy feltűnést keltett. Volt egy hatodik felfedezése is 1986 novemberének elején, de sajnos a

ma 112P/Urata–Niiijima néven ismert üstökösről néhány nappal lekészt. A sors furcsa játéka, hogy még ugyanebben a hónapban megtalálta a P/Lovas2 üstököszt.

Az első kométa bő tízévnyi munka után egy 1974. március 21-én készült lemezen tűnt fel, ami egyébként különösen sikeres éjszakának bizonyult, mert egy új szupernóva is látszott az aznapi felvételeken (egy további pedig előző éjszaka)! Az 1974c jelű, ma C/1974 F1 (Lovas) néven ismert üstököszt akkoriban szokatlanul nagy távolságban, a Jupiteren is túl sikerült megtalálni, napközelségét pedig a következő év augusztusában érte el 3,011 CSE-re a Naptól. Nagy abszolút fényességének köszönhetően három és fél évig sikerült követni, ami szintén kuriózumnak számított akkoriban. A következő vándorra 1976 októberéig kellett várni, a harmadikra viszont csak újabb négy hónapot. Az első a rossz időjárás miatt majdnem el is veszett, de lassú mozgásának hála három héttel az első fénykép után sikerült újra lefotózni – hol máshol, mint – az Ursa Maiorban járó üstököszt. Úgy látszik, az UMa-ban az üstökösök is kövérek, nemcsak a szupernóvák.

Mindkét üstökös közös jellemzője volt, hogy ezek is a Jupiteren túl jártak, viszont az 1974-essel ellentétben ezek nem is jöttek az óriásbolygó pályáján belülre. Az 1990-es évek végéig, a nagy digitális keresőprogramok elindulásáig minkét Lovas-üstökös ott szerepelt az öt legnagyobb perihéliumtávolságú üstökös között. Az, hogy ezeket a lassú mozgású égitesteket sikerült megtalálni, felfedezőjük különleges észlelői képességeinek és nagy tapasztalatának volt köszönhető. Az első kométa visszatérésére 90 ezer, a két távoliéra 1 millió évet kell várni. Az 1980-ban felfedezett 93P/Lovas és az 1986-ban talált 184P/Lovas viszont a rövid periódusú üstökösök családjába tartozik, így 9,1 és 7,4 évente visszatérnek. Az előbbi maximális fényessége eléri a 13 magnitúdót, így nemcsak fotografikusan, de vizuálisan is többen, több napközelség során észlelték már hazánkból. A 184P sajnos igen gyenge aktivitású égitest, bár 1986-os felfedezése vélhetően egy kisebb kitörésnek volt köszönhető, nyugalmi állapotban nem nagyon fényesedik 16-17 magnitúdó fölé. Mivel következő, 2020-as visszatérése során igen kedvező helyzetben láthatjuk, a legnagyobb amatőrtávcsövekkel esély kínálkozhat megpillantására.

Szakmai körökben szintén nagy visszhangot kiváltó naprendszerbeli felfedezés volt az 1982 BB jelű – ma (3103) Eger néven ismert – földközeli kisbolygó megtalálása. Az 1,5 km-es, bolygónkat akár 12 millió km-re is megközelítő égitest az akondritok közé tartozó aubrit meteoritok egyik fő forrása lehet. Nagy

mérete és földközelségei miatt ezt az égitestet is sikerült már vizuálisan megfigyelnünk. Bár a szupernóva-felvételeken rengeteg kisbolygó is látható, ezek nem tartoztak a kutatások profiljába, így az Eger mellett csak egyetlen másik kisbolygónál szerepel felfedezőként Lovas Miklós neve. Az 1977 YA jelű, ma (3579) Rockholt néven ismert aszteroida szokatlanul nagy pályahajlása miatt az északi pólus közelében, +80 fokos deklinációnál mutatkozott, így néhány korabeli kiadvány üstökösként hivatkozik rá, de valójában a Pallas-családba tartozó 7-8 km átmérőjű kisbolygóról van szó.

A felsorolt felfedezések mellett sok egyéb érdekesség is feltűnt a lemezeken, többek között az egyik leghíresebb földközei kisbolygó, amelyet kilenc évvel a hivatalos azonosítás előtt fotózott le, egy olasz csillagással közösen felfedezett nóva az Androméda-ködben, vagy ritka kitörésben mutatkozó kataklizmikus változók.

Lovas Miklós határtalan elszántságát és észlelésszeretetét mi sem mutatja jobban, mint az, hogy a Schmidt-távcsővel 1962 és 1997 között 5570 felvételt készített, ami a 13700 exponált lemez közel felét jelenti. Az utolsó lemezt is ő maga készítette 1997. november 2-án hajnalban, ezt követően a távcső gyomrába beszerelték az első CCD-kamerát, a hónap végén pedig már ifjú csillagászok érkeztek a távcsőhöz, hogy a nagy előd nyomdokába léphessenek.

Lovas Miklós halálával a hazai csillagászat nemzetközileg is ismert alakja, a nagy fotografikus felfedező generáció egyik utolsó tagja távozott közülünk, akinek neve a tiszteletére elnevezett (73511) Lovas kisbolygó által is örökre megmarad az égbolton, és akinek halálával 1942 óta először nincs élő magyar üstökösfelfedező. Munkája rendkívüli inspiráció arra, hogy ez ne sokáig maradjon így.

*Sárneczky Krisztián*

## Szerzőink, közreműködőink

BAGÓ BALÁZS, amatőr csillagász

BALÁZS LAJOS, az MTA doktora, kutató professor emeritus, CSFK KTM Csillagászati Intézet

BENKŐ JÓZSEF, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, CSFK KTM Csillagászati Intézet

GÖRGEI ZOLTÁN, amatőr csillagász

HEGEDÜS TIBOR, PhD, igazgató, SZTE Bajai Observatóriuma

HORVÁTH ISTVÁN, az MTA doktora, szv. egyetemi tanár, Nemzeti Köszolgálati Egyetem

KAPOSVÁRI ZOLTÁN, amatőr csillagász

KERESZTURI ÁKOS, PhD, tudományos főmunkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet

KISS CSABA, az MTA doktora, tudományos igazgatóhelyettes, CSFK KTM Csillagászati Intézet

KOLLÁTH ZOLTÁN, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE BDPK Savaria  
Fizikai Tanszék

KOVÁCS JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

KÖNYVES-TÓTH RÉKA, MSc-hallgató, ELTE, demonstrátor, CSFK KTM Csillagászati Intézet

LANDY-GYEBNÁR MÓNIKA, a Meteor folyóirat rovatvezetője

MIZSER ATTILA, amatőr csillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület főtitkára

MOLNÁR LÁSZLÓ, PhD, tudományos főmunkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet

MOLNÁR PÉTER, amatőr csillagász, MCSE-titkár

PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, tszv. egyetemi tanár, ELTE TTK Csillagászati Tanszék

PLACHY EMESE, PhD, tudományos főmunkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet

SÁNTA GÁBOR, PhD, amatőr csillagász, régész, a Meteor rovatvezetője

SÁRNECZKY KRISZTIÁN, kutatásvezető, CSFK KTM Csillagászati Intézet

STERMECZKY ZSÓFIA, PhD-hallgató, ELTE Fizika Doktori Iskola

SZABADI PÉTER, amatőr csillagász

SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, kutató professor emeritus, CSFK KTM Csillagászati  
Intézet

SZABÓ M. GYULA, az MTA doktora, igazgató, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

SZABÓ RÓBERT, az MTA doktora, igazgató, CSFK KTM Csillagászati Intézet

SZABÓ SÁNDOR, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője

SZATMÁRY KÁROLY, az MTA doktora, egyetemi tanár, SZTE Kísérleti Fizika Tanszék

SZÖLLŐSI ATTILA, amatőr csillagász, az MCSE Kiskun Csoport helyettes vezetője

VINKÓ JÓZSEF, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, CSFK KTM Csillagászati Intézet

ZSOLDOS ENDRE, PhD, tudományos főmunkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet



## A Magyar Csillagászati Egyesület

várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármelyik területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, honlapokkal, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhessenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel. Tagjaink bekapcsolódhatnak helyi és szakcsoportjaink tevékenységébe.

### Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban (1037 Budapest, Laborc u. 2/c) rendszeres távcsöves bemutatókat, szakköri foglalkozásokat, előadás-sorozatokat tart. Kérésre kihelyezett távcsöves bemutatókat, előadásokat is vállalunk.

### Kiadványainkból

A **Meteor** havonta tájékoztat a csillagászat eredményeiről, a magyar amatőr csillagászok megfigyeléseiről, az egyesületi programokról. Tanácsokat ad megfigyelések végzéséhez, asztrofotózáshoz, távcsőépítéshez stb. **Csillagászati évkönyv**ünkben a hazánkból megfigyelhető égi jelenségek előrejelzései mellett ismeretterjesztő cikkek, intézményi beszámolók olvashatók. Nélkülözhetetlen segédeszköz az amatőr csillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők számára. A Meteort és a Csillagászati évkönyvet tagjaink illetményként kapják.

### Táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására – minden korosztály számára.

### Elérhetőségeink

Magyar Csillagászati Egyesület, 1300 Budapest, Pf. 148., telefon/fax: (1) 240-7708,  
<http://www.mcse.hu>, e-mail: [mcse@mcse.hu](mailto:mcse@mcse.hu)



---

## Belépési nyilatkozat

### MCSE-tagtoborzó 2020

Név: .....

Cím: .....

Szül. dátum: ..... E-mail: .....

A rendes tagdíj összege 2020-ra 8000 Ft, illetmény: Meteor csillagászati évkönyv 2020 és a Meteor című havi folyóirat 2020-as évfolyama.

A tagdíjat átutalással kérjük kiegyenlíteni (banszámlaszámunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával.

Az MCSE honlapján lévő adatvédelmi tájékoztatót elolvastam és elfogadom.

.....  
alírással

## Képmelléklet

### I. oldal

A Nagy Orion-köd és környezete Szendrői Gábor felvételén. (Illusztráció A Shapley–Curtis-vita című cikkünkhöz.) A felvétel 2016. december 24-én készült a Kendig-csúcsról, 100/635-ös GPU refraktorral. A készítésének célja a Nagy Orion-köd és az azt környező por- és gázködök megörökítése volt. Átalakított Canon EOS 700D fényképezőgép, ISO 1600, expozíciós idők: 18×360 s, 11×180 s, 12×60 s, 13×30 s, 13×10 s.

### II-III. oldal

A bolygók kelését és nyugását bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap kelésének és nyugtának időpontjai, továbbá a belső és külső bolygók láthatósága (kelés, nyugvás, a Napról való kitérés mértéke).

### IV. oldal

Hamuszürke fény a fogyó Holdon, Szabó Szabolcs Zsolt felvételén. A fotón kiválóan láthatóak a mare területek és a fényes, sugársávós kráterek. A kép 2017. október 17-én hajnalban készült a szolnoki TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgálóból. 127/1500-as Makszutow–Cassegrain-távcső, Canon EOS 1000D fényképezőgép, ISO 800, 3 s expozíció.

### V. oldal

2015. április 6-án 19:30-kor az esti szürkületben telehold fényességű tűzgömb volt észlelhető Miskolc térségéből. A fényjelenség után kb. 30-40 másodperccel a robbanás hangját is sokan érzékelték. A tűzgömb nyomát igen sokan megörökítették. Kocsis Gábor a miskolci Selyemrét utcából követte figyelemmel a nyom alakjának változásait. (Illusztráció Égi kövek nyomában című cikkünkhöz.)

## Képmelléklet folytatás

### VI. oldal

Teljes napfogyatkozás 2017. augusztus 21-én, az USA-ból. Fűrész Gábor sorozatfelvétele Wyoming államban készültek a képek, Casper közelében, a Box Elder Creek völgyben. Canos EOS 6D fényképezőgép, Canon EF 16–35 mm-es f/2,8 L lensze 16 mm-es fókusznál, f/5,6-os fényerővel 1/4000 s expozíciók, ISO 100 érzékenység, Mylar fóliaszűrő a részleges fázisokhoz; 1 s szűrő nélkül a totalitáskor, 1/500 s szűrő nélkül az előtér megörökítéséhez.

### VII. oldal

Teljes napfogyatkozás volt megfigyelhető a déli féltekéről 2019. július 2-án. A jelenség az Európai Déli Obszervatórium La Silla-i csillagvizsgálójából is megfigyelhető volt, ahol mintegy ezer főnyi meghívott követhette nyomon a jelenséget, tökéletes észlelési körülmények közepette. Fotó: ESO/R. Lucchesi

### VIII. oldal

Hell Miksa mellszobra és emléktáblája Maria Enzersdorfban, a Romantikus temetőben (Mizser Attila felvétele). A jelenleg is megtekinthető latin nyelvű emléktáblát Csupor Zoltán Mihály készítette 1983-ban. Szövege:

„Itt nyugszik  
a magyar, Selmec[i] Max. Hell  
a Jézus Társaság papja [volt], míg az fennállt  
doktor philosophiæ  
[II.] Lipót császár és a bécsi akadémia  
csillagásza 37 évig.  
Európában ismert [volt] tehetségéről  
és műve írásos emlékeiről, ismertebb  
Isten előtt élete szentségéről.  
Munkája jutalmához elszólíttatott  
élete 72. évében  
18 nappal március elseje előtt 1792-ben.  
Nyugodjék békében.  
Jos. L. B. Penkler állította barátjának”

*(Csaba György Gábor fordítása)*



## Budapesti Távcso Centrum



a legjobb távcso márkák képviselője - a legnagyobb hazai raktárkészlet



**tavcso.hu**

✉ [btc@tavcso.hu](mailto:btc@tavcso.hu)

☎ (1) 202 5651  
(20) 484 9300

**Budapest XII. Városmajor u. 21.**

Egy percre a Déli pályaudvartól

**Nyitvatartás**

hétfő - péntek: 9-17 óra  
szombat: 9-13 óra

Fotók: © Eötvös József



**Sky-Watcher**  
Go to the end.

**acuter**

**CELESTRON**

**DELTA**  
OPTICAL

**LCERTA**

**TeleVue**  
EQUIPMENT

**ZEISS**

**PERKINS**

**DIPOL**

**BYTREK**

**CORONADO**

**MikroG**

**AstroMedia**

**GOO** Guan Sheng Optical

**Astronomik**

**YUKON**





ISSN 0866-2851 3800 Ft

